This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

7,712

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
LIBRARIES
THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
1817

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS,
DE L'AGRICULTURE ET DU COMMERCE.

DIRECTION GÉNÉRALE DES PONTS ET CHAUSSÉES
ET DES MINES.

Transp
HE
3068
.A32
1837

MÉMOIRE

SUR

LE PROJET D'UN CHEMIN DE FER

DE

LYON A MARSEILLE

PAR M. F. KERMAINGANT,
INSPECTEUR DIVISIONNAIRE ADJOINT DES PONTS ET CHAUSSÉES.

PARIS,
IMPRIMERIE ROYALE.

1837.

TRANSPORTATION

Transportation
Library
HE
3068
A 32
1837

OBSERVATION GÉNÉRALE.

L'administration, en distribuant aux Chambres le présent mémoire, a eu pour but de faire connaître le résultat des études qui ont eu lieu pour le projet de chemin de fer de Lyon à Marseille; mais elle croit devoir déclarer que les opinions qui se trouvent exprimées dans ce mémoire ne peuvent être considérées que comme les opinions individuelles de l'auteur du projet; elle n'entend surtout garantir en aucune manière les évaluations des revenus : c'est aux capitalistes qui se décideront à prendre part à l'opération à en apprécier les résultats financiers.

1 c/1437

MÉMOIRE

SUR

LE PROJET D'UN CHEMIN DE FER

DE LYON A MARSEILLE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES VOIES ACTUELLES DE COMMUNICATION; OBJET ET DIVISION DE CE MÉMOIRE.

Importance de la communication entre Lyon et Marseille. Imperfection des voies existantes et inconvénients qui en résultent pour les transports.

Parmi les communications les plus importantes de la France, celle de Lyon à Marseille peut être placée en première ligne, à raison des nombreuses relations commerciales qui existent entre ces deux villes; mais les deux voies qui établissent cette communication sont, il faut le dire, bien loin d'offrir au commerce toute la sécurité, la célérité et l'économie désirables.

En effet, l'on connaît les difficultés nombreuses que présente la navigation du Rhône à la remonte; l'on sait que ces difficultés, résultant de la vitesse du courant, des coups d'eau qu'il faut surmonter, de l'action quelquefois très-violente des vents du nord et du sud, de la variation dans la hauteur des eaux, de la nécessité de changer souvent de rive pour le halage, et des obstacles que présente la traversée des torrents qui débouchent dans le fleuve, l'on sait, dis-je, que toutes ces difficultés produisent de grands retards dans la marche des bateaux, qui mettent de 30 à 35 jours et quelquefois 45 jours, lorsque le Rhône est gros et que le temps n'est pas propice, pour remonter de Beaucaire à Lyon On ajoutera qu'à raison du peu de profondeur du fleuve en plusieurs points, dans le temps de l'étiage, les bateaux ne peuvent marcher qu'avec de faibles charges; et que la navigation est interrompue dans les

hautes eaux et souvent dans les mauvais temps. Il en résulte donc, dans l'arrivage des marchandises qui se transportent par la voie du Rhône, des interruptions, des lenteurs et une incertitude nuisibles au développement du commerce et de l'industrie.

Ces circonstances expliquent pourquoi, bien que les prix du transport par terre soient plus élevés que ceux par eau, une grande partie des expéditions de Marseille à Lyon se fait par le roulage, qui n'emploie que 9 à 10 jours pour le voyage, n'est exposé à aucun retard, à aucune avarie, et a le grand avantage pour le commerce de faire arriver les marchandises à jours fixes. Mais la voie de terre, écrasée par ce roulage même, est bien souvent dans un état peu satisfaisant, de manière que les transports y sont pénibles, fort chers et d'une durée qui, quoique bien moindre que par le Rhône, est encore assez longue.

Nécessité d'améliorer les voies actuelles de communication. Insuffisance de la navigation à la vapeur.

Cet état d'imperfection des voies de communication entre deux villes aussi importantes que Lyon et Marseille, et les moyens de les améliorer ont depuis longtemps fixé l'attention de l'administration supérieure : ainsi, dans le but d'éviter la remonte pénible du Rhône, et de lier entre eux, d'une part, les canaux du Centre, de Bourgogne et de Monsieur, et de l'autre, ceux de Beaucaire, des Étangs, du Languedoc et de Bouc, elle ordonna, en 1822, les études d'un canal latéral au Rhône depuis Lyon jusqu'à Arles. Ces études, confiées à M. l'inspecteur général Cavenne, donnèrent lieu à la rédaction d'un projet complet de ce canal, que cet habile ingénieur présenta en 1824, et qui reçut l'approbation du conseil des ponts et chaussées. Cependant, avant de donner suite à ce projet, l'administration voulut attendre les résultats de la navigation à la vapeur, qui commençait alors à prendre faveur en France, et qu'une compagnie se proposait d'établir sur le Rhône entre Lyon et Arles; mais, malgré les perfectionnements qu'a reçus ce mode de transport, son application à un fleuve aussi rapide que le Rhône n'a abouti, jusqu'à présent, qu'à faire connaître son insuffisance et la nécessité de recourir à d'autres moyens pour satisfaire aux besoins toujours croissants du commerce et de l'industrie.

Les chemins de fer, dont la construction était peu connue en France en 1822, ont depuis cette époque reçu de grands perfectionnements en Angleterre, et le mode de transport rapide opéré sur ces chemins, par le moyen des machines à vapeur locomotives, a considérablement étendu l'usage de ce

système de communication, qui n'était guère employé autrefois que pour des exploitations de houilles, de mines, de fonderies, etc., etc.; mais c'est surtout le succès du chemin de fer de Liverpool à Manchester qui a fixé l'opinion sur l'emploi de ce système comme grande voie de communication, et sur les avantages qu'il présente pour les transports et surtout pour celui des voyageurs.

Nécessité des études d'un chemin de fer entre Lyon et Marseille.

Le gouvernement français n'a pas dû négliger d'entrer dans la voie de cette amélioration nouvelle : en conséquence, les études de plusieurs grandes lignes de chemin de fer ont été ordonnées. Au nombre de ces lignes devait nécessairement se trouver celle de Lyon à Marseille; car c'est surtout entre ces deux villes, desservies si imparfaitement par les voies existantes, que l'établissement d'un chemin de fer doit avoir la plus heureuse influence sur la prospérité du commerce et sur l'accroissement de la richesse publique.

En me chargeant des études du chemin de fer de Lyon à Marseille, M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines me prescrivit de faire ces études sur les deux rives du Rhône, pour pouvoir comparer les deux tracés et faire un choix avec une entière connaissance de cause. Il m'adjoignit, pour ces études, MM. Garella fils et Montricher, ingénieurs ordinaires, et mit à ma disposition le beau travail de M. Cavenne sur le canal latéral du Rhône, travail qui nous a guidés dans celui que nous avions à faire, et où nous avons puisé une foule de documents et de détails précieux, qui ont beaucoup abrégé et facilité nos recherches. J'aurai donc souvent à citer ce travail dans le cours du présent mémoire, en exposant les études auxquelles nous nous sommes livrés, mes collaborateurs et moi.

Division de ce mémoire.

Ce mémoire est divisé en neuf chapitres dans lesquels on exposera successivement :

1° Le tracé que l'on propose sur la rive gauche du Rhône et les motifs qui en justifient les diverses parties;

2° Les dimensions et dispositions générales du chemin de fer et des principaux ouvrages d'art;

3° L'évaluation des dépenses pour l'établissement du chemin;

4° L'évaluation des dépenses du matériel et des bâtiments nécessaires pour l'exploitation du chemin et celle des frais annuels d'administration, d'entretien et d'exploitation;

5° Le tarif du péage et l'évaluation des produits;

6° La comparaison des prix de transport par les voies actuelles et par le chemin de fer, et les avantages de cette dernière voie de communication;

7° Le tracé qui a été étudié sur la rive droite du Rhône et la comparaison de ce tracé avec celui de la rive gauche;

8° Les diverses directions qui ont été explorées pour l'établissement du chemin de fer entre la Durance et Marseille, et la comparaison de ces lignes avec celle que l'on propose entre ces deux points;

9° Enfin on terminera par la récapitulation des résultats auxquels ont conduit les études faites.

L'on a ensuite réuni, à la fin de ce mémoire, les tableaux des pentes et des courbes du chemin, les tableaux statistiques relatifs aux transports actuels, les notes et calculs relatifs aux divers objets traités dans le mémoire.

Toutes les pièces du projet et des études faites ont été d'ailleurs classées dans vingt-deux atlas ou registres, dont dix-sept contiennent les plans, profils, dessins et détails des ouvrages d'art, et les cinq autres les métrés, estimations et détails justificatifs.

CHAPITRE Ier.

TRACÉ DU CHEMIN DE FER SUR LA RIVE GAUCHE DU RHÔNE.

Dispositions générales de la vallée du Rhône.

A la première inspection de la vallée du Rhône, l'on reconnaît que le cours de ce fleuve depuis Lyon jusqu'à la mer étant moins rapproché des montagnes des Alpes, qui forment la limite orientale du bassin dans lequel il coule, que de celles de l'Auvergne, qui en forment la limite occidentale, les pentes du côté de la rive gauche sont plus douces et plus régulières que celles du côté de la rive droite, les plaines y ont plus d'étendue et les cours d'eau y sont moins torrentiels et peuvent conséquemment être franchis avec plus de sécurité.

Cette disposition générale des localités faisait donc pressentir que la rive gauche serait plus favorable que l'autre rive à l'établissement du chemin de fer de Lyon à Marseille, et l'on était d'autant plus fondé à avoir cette opinion que c'est sur cette rive que M. Cavenne avait également projeté le canal latéral au Rhône. On fera d'ailleurs remarquer que toutes les villes de quelque importance se trouvent sur la rive gauche, et qu'à raison de la proximité et de la roideur des montagnes de la rive opposée, tout embranchement du chemin de fer avec le pays serait impossible du côté de la rive droite, tandis que les belles plaines de l'autre côté se prêtent à l'établissement d'une foule de petits embranchements qui peuvent mettre les centres de population qui sont éloignés du Rhône en communication avec la ligne principale.

Toutefois, ce n'est pas seulement d'après ces considérations générales que l'on s'est déterminé dans le choix de la rive gauche pour l'établissement du chemin de fer. La préférence n'a été définitivement donnée à ce côté du Rhône qu'après avoir étudié avec soin le tracé sur la rive droite et l'avoir comparé avec celui que l'on propose. Les résultats de ces études et de cette comparaison devant être exposés dans le chapitre VII de ce mémoire, je vais passer immédiatement au tracé du chemin sur la rive gauche du Rhône.

Difficultés principales qu'on avait à vaincre pour

Quoique cette rive soit plus favorable que la rive droite à l'établissement d'un chemin de fer, elle ne laissait pas cependant que d'offrir quelques points

l'établissement du chemin de fer sur la rive gauche du Rhône.

difficiles à franchir, notamment dans la partie comprise entre Lyon et le robinet de Donzère. L'on avait également, pour arriver à Marseille, à traverser la grande chaîne de montagnes qui domine et enveloppe en quelque sorte le territoire de cette ville, en se prolongeant le long de la mer jusqu'à Bouc. Enfin il fallait, à Lyon, passer de la vallée du Rhône dans celle de la Saône, pour s'y souder avec le chemin de Paris à Lyon; mais, au reste, les développements dans lesquels on va entrer sur les diverses parties du tracé feront connaître comment on est parvenu à vaincre toutes ces difficultés.

Fixation du point de départ du tracé du chemin.

Le chemin de fer de Lyon à Marseille devant faire suite à celui de Paris à Lyon, je devais d'abord me concerter avec l'ingénieur chargé des études de cette dernière ligne pour la fixation de notre point de jonction; en conséquence ce point fut repéré sur la rive droite de la Saône, au ruisseau de Roche-Cardon, un peu en amont de Lyon, à 9 mètres au-dessus du zéro de l'échelle hydrométrique du pont de l'archevêché sur la Saône, ou à $7^{m}.87$ au-dessus du zéro de l'échelle du pont de la Guillotière sur le Rhône.

Longueur et pente totales du tracé.

Le développement total du tracé du chemin depuis ce point de départ jusqu'à Marseille, où il aboutit à l'anse de la Joliette, à $11^{m}.05$, au-dessus de la mer, est de ..... 351,432^{m}. 40^{c} [1]

La différence de niveau, ou la pente totale entre ces deux points extrêmes, est de ..... 159. 68 [2]

Division du tracé.

Dans les détails auxquels je vais me livrer sur ce tracé, je diviserai la longueur en trois sections, conformément à ce qui a eu lieu dans la répartition que que j'ai faite du travail entre les deux jeunes collaborateurs que M. le directeur général m'avait adjoints pour les études de ce chemin.

La 1re section s'étend depuis Lyon jusqu'à Saint-Rambert, sur une longueur de ..... 66,128^{m}. 00^{c}

La 2^{e} depuis Saint-Rambert jusqu'à la Durance, sur ..... 170,376 . 90

Et la 3^{e} enfin depuis la Durance jusqu'à Marseille, sur .... 114,927 . 50

Longueur totale du tracé, comme ci-dessus ..... 351,432 . 40

[1] Si le chemin de fer devait s'arrêter à Lyon, le point de départ serait placé dans la presqu'île Perrache, ce qui réduirait la longueur de ce chemin à 346,600^{m}.

[2] Il résulte de cette différence de niveau et des hauteurs du point de départ du chemin de fer à Lyon et de celui d'arrivée à Marseille, que la pente totale des basses eaux du Rhône, depuis le pont de la Guillotière jusqu'à la mer, est de $162^{m}.86$.

Les études des 1re et 3e sections ont été confiées à M. Garella, et celles de la 2e à M. de Montricher. Ce sont les résultats de ces études que j'ai dû coordonner et quelquefois modifier, dont je vais rendre compte.

Plans de comparaison auxquels les nivellements ont été rapportés.

Je dois d'ailleurs prévenir que tous les nivellements détaillés du tracé ont été rapportés à un plan de comparaison élevé de 18m.19 au-dessus du zéro de l'échelle hydrométrique du pont de la Guillotière, tandis que le profil général est rapporté au plan du niveau de la basse mer qui est plus bas que le premier de 181m.05. C'est à ce dernier plan que correspondent les cotes de hauteur qui seront citées dans ce mémoire, à moins qu'on n'énonce le contraire.

PREMIÈRE SECTION[1].

DEPUIS LE RUISSEAU DE ROCHE-CARDON, EN AMONT DE LYON, JUSQU'À SAINT-RAMBERT, SUR UNE LONGUEUR DE 66,128 MÈTRES.

Du ruisseau de Roche-Cardon au coteau de Saint-Fond, traversée de Lyon.

La ville de Lyon, bâtie dans un espace fort resserré entre la Saône et le Rhône et sur les coteaux fort élevés de Fourvières et de la Croix-Rousse, n'offrait aucune ressource pour pouvoir y faire passer le chemin de fer; ainsi donc le point de départ ayant été fixé, comme on l'a dit, sur la rive droite de la Saône, au ruisseau de Roche-Cardon, il a fallu, pour gagner la vallée du Rhône, contourner le faubourg de Vaise et traverser en souterrain la montagne derrière ce faubourg, dans la direction du chemin de Gorge-de-Loup, en passant sous Saint-Irénée. Ce souterrain, dont la longueur est de 1,933 mètres, débouche à la Quarantaine, où l'on traverse la Saône sur un pont, après quoi l'on s'établit dans la presqu'île Perrache, sur l'emplacement de la première rue projetée en aval du cours du Midi. L'on passe ensuite le Rhône sur un nouveau pont placé dans l'alignement de cette rue, un peu au-dessus des bâtiments de la Vitriolerie, et l'on arrive sur la plaine basse de la rive gauche de

[1] Les détails de cette partie du tracé sont contenus :
1° Dans les cartes depuis le n° 1 jusqu'au n° 8, atlas n° 2;
2° Dans les plans détaillés depuis le n° 1 jusqu'au n° 5, atlas n° 3;
3° Dans les profils en long depuis le n° 1 jusqu'au n° 9, registre n° 4;
4° Dans les profils en long supplémentaires, nos 1 et 2, registre n° 8;
5° Dans les profils en travers, registre n° 9;
6° Dans les profils en travers supplémentaires, n° 13.

ce fleuve, où l'on s'établit en relief au-dessus des plus hautes eaux jusqu'au coteau de Saint-Fond [1].

Les pentes et rampes de cette première partie du tracé ont été disposées de manière à satisfaire aux conditions suivantes : 1° traverser les deux routes royales nos 6 et 7 à peu près au niveau de ces routes, afin qu'en relevant celles-ci au moyen de rampes de 0m.03 par mètre, elles puissent passer au-dessus du chemin de fer; 2° diminuer autant que possible la longueur du souterrain, ce qui a conduit à monter (après avoir traversé les deux routes royales nos 6 et 7) avec une rampe de 0,003 par mètre jusqu'à l'entrée de ce souterrain; 3° se maintenir, à la sortie du souterrain, à la hauteur suffisante pour l'établissement des ponts sur la Saône et le Rhône, et pour la traversée de la presqu'île Perrache sur une chaussée assez élevée pour permettre le passage sous le chemin de fer des rues qui aboutissent à cette presqu'île, ainsi que des chemins de halage de la Saône et de la route royale n° 88; 4° enfin diminuer autant que possible la masse des remblais sur la rive gauche du Rhône, en descendant immédiatement après avoir traversé ce fleuve, avec une pente de 0,003 par mètre jusqu'à ce que l'on fût parvenu daus la plaine à 0m,50 au-dessus des plus hautes eaux.

Il résulte de la disposition de ces pentes, que les cotes du chemin de fer sont :

Au point de départ	170m.73.
A l'entrée du souterrain	176 51.
A la traversée de la Saône, de la presqu'île Perrache et du Rhône	172 85.
A l'extrémité de la pente, après le passage du Rhône dans la plaine basse de la Guillotière	166 56.

Ce tracé offre, comme on le voit, l'avantage de s'embrancher naturellement avec le chemin de fer de Saint-Étienne dans la presqu'île Perrache, d'être indépendant des nombreuses communications qui aboutissent à cette presqu'île et qui passeront toutes au-dessous du chemin, et de traverser d'une manière heureuse la Saône et le Rhône. La ville de Lyon se trouvera de cette manière enveloppée en quelque sorte par une ligne de chemin de fer, le long de laquelle on pourra créer des entrepôts ou autres grands établissements industriels dans la plaine de Vaise, à la Quarantaine, dans la presqu'île

[1] Si le chemin de fer s'arrêtait à Lyon, dans la presqu'île Perrache, l'on n'aurait à faire ni le souterrain de Saint-Irénée, ni le pont sur la Saône.

Perrache et au quartier des Brotteaux, pour lequel on a projeté un embranchement passant sous l'une des arches du pont de la Guillotière qui ont été bouchées. Toutefois cet embranchement ne pourra recevoir son exécution que lorsque, par des travaux d'endiguement, les terrains des Brotteaux auront été mis à l'abri des inondations du fleuve[1].

Malgré tous les avantages que présente ce tracé, l'on a dû, avant de l'adopter, examiner si l'on ne pourrait pas gagner plus facilement, et avec moins de dépenses, la rive gauche du Rhône, en passant ce fleuve ainsi que la Saône au-dessus de Lyon, et en traversant en souterrain le plateau élevé de la Croix-Rousse, qui sépare les vallées de ces deux rivières; mais, après avoir étudié les localités, l'on a reconnu qu'en franchissant ce plateau dans la partie la moins large, le souterrain n'aurait à la vérité que 1,400 à 1,500 mètres de longueur, mais que l'on ne trouverait pas sur la rive droite de la Saône, même en se jetant dans les belles propriétés qui bordent cette rive, une étendue suffisante pour pouvoir s'y retourner avec une courbe de 500 mètres de rayon et venir gagner le souterrain après avoir traversé la Saône; que les ponts sur la Saône et sur le Rhône ne pourraient être établis perpendiculairement au cours de ces rivières sans avoir entre ces ouvrages un souterrain courbe, ce que l'on a dû chercher à éviter; que le Rhône serait traversé dans un point où la grande largeur de son lit obligerait à établir la culée gauche du pont fort avant dans ce lit même, et à la défendre par des travaux accessoires fort considérables et très-dispendieux; et qu'enfin cette disposition du tracé, en éloignant le chemin de fer des divers quartiers de la ville de Lyon et surtout de celui de Perrache, serait moins favorable que le tracé proposé aux intérêts commerciaux et industriels de cette ville importante, et aurait le grave inconvénient de ne pas s'embrancher avec le chemin de fer de Saint-Étienne. En conséquence on a dû rejeter ce tracé et donner la préférence à celui qui a été décrit plus haut.

Du coteau de Saint-Fond à l'entrée de Vienne.

Après le coteau de Saint-Fond, le terrain jusqu'à la rivière du Leveau présente quatre petites plaines généralement submersibles, séparées par des coteaux qui s'avancent jusqu'au Rhône. La première s'étend sous Feysin,

[1] On travaille dans ce moment à cet endiguement. On espère qu'on s'occupera également bientôt de fermer la passe de la digue de la Vitriolerie, au-dessous du pont de la Guillotière, au moyen de quoi l'on sera dispensé d'exécuter une levée de défense pour garantir des eaux d'inondation et de leur extravasement les remblais du chemin de fer dans la plaine basse de la Guillotière.

Salaize, Serezin et Ternay, et se termine aux rochers de Graboton; l'on trouve ensuite la plaine de Chasse et celle de Seyssuel, séparées par les Roches-Piquées, et enfin la plaine d'Estressin qui commence après les rochers de Seyssuel et se termine au seuil de Puissant-Dieu, après lequel on trouve la rivière du Leveau et l'entrée de la ville de Vienne.

Le tracé du chemin de fer, après s'être développé au pied du coteau de Saint-Fond, est établi dans la plaine qui se prolonge jusqu'aux rochers de Graboton sur quatre alignements raccordés par des courbes. Il se replie ensuite pour venir gagner le pied des rochers qui bordent le Rhône et s'y développer en passant entre les hameaux de Flevieu et de Boissac. Après quoi on contourne en levée la plaine submersible de Chasse et l'on vient regagner le bord du fleuve au pied des Roches-Piquées dans lesquelles on s'établit. L'on traverse ensuite en ligne droite la petite plaine qui précède les rochers de Seyssuel et l'on arrive, après avoir contourné ces derniers rochers, sur la plaine d'Estressin, où l'on se dirige en ligne droite; enfin l'on traverse en tranchée le seuil de Puissant-Dieu, pour venir passer la rivière du Leveau à l'entrée de Vienne, à 108 mètres au-dessous du pont de la route royale.

Ce tracé comporte deux petits percés, l'un de 92 mètres dans les Roches-Piquées, et l'autre de 72 mètres dans une pointe saillante des rochers de Seyssuel. Il est d'ailleurs établi presque parallèlement à la pente du Rhône et $0^{m}.50$ au moins au-dessus des plus hautes eaux de ce fleuve, de manière qu'à l'entrée de Vienne le chemin de fer dont la cote est de $154^{m}.05$ est élevée de $6^{m}.50$ au-dessus de l'étiage.

L'on fera remarquer que dans cette partie du tracé les remblais excèdent de beaucoup les déblais, ce qui ne pouvait manquer d'arriver, à cause de la nécessité de se tenir au-dessus des plus hautes eaux du Rhône dans les plaines basses que l'on traverse.

L'on ajoutera enfin qu'on a projeté dans la plaine du Petit-Chasse un embranchement, lequel, au moyen du pont qui serait construit sur le Rhône, en face de Givors, établirait de nouveau en ce point une communication du chemin de fer de Saint-Étienne avec celui de Lyon à Marseille.

Traversée de Vienne.

Après le passage de la rivière du Leveau, l'on se trouve dans le faubourg de la ville de Vienne où la montagne n'est séparée du Rhône que par une ligne de maisons et par la route royale n° 7 qui, sur 600 mètres de longueur jusqu'à la Gère, est soutenue par un mur bordant le fleuve. La montagne se

replie ensuite le long de la Gère, en s'éloignant du Rhône et en laissant entre elle et le fleuve un espace qui, jusqu'au Champ de Mars, est couvert de maisons, et forme la partie principale de la ville de Vienne.

L'établissement du chemin de fer dans cette localité ne pouvait manquer d'être dispendieux, car il n'y avait pas à balancer dans le parti à prendre: il fallait de toute nécessité se jeter dans le Rhône, en s'accolant au mur de quai qui soutient la route royale; en conséquence, après avoir traversé sur un pont la rivière du Leveau et s'être développé avec une courbe de 1,000 mètres de rayon dans la plaine, au-dessous du faubourg de Vienne, en évitant, autant que possible, de couper les bâtiments, on vient joindre le mur de quai parallèlement auquel on s'établit ensuite dans le Rhône jusqu'à la Gère. Là le chemin de fer s'infléchit pour continuer à longer la partie de quai récemment construite et venir passer au devant de la culée gauche du pont suspendu sur un seul alignement qui se prolonge jusqu'au delà de la pyramide d'Aiguille. Ce dernier alignement est raccordé avec le premier au moyen d'une courbe de 500 mètres de rayon dans laquelle se trouve placé le pont à construire sur la Gère, et où les rails participent de cette courbure, quoique d'ailleurs les têtes de cet ouvrage soient en ligne droite.

Par suite de cette disposition du chemin de fer, l'on a dû supprimer le double escalier placé extérieurement au mur de quai avant la Gère, ainsi que la double rampe d'abordage nouvellement construite en aval de cette rivière; mais ces moyens de communication avec le Rhône ont été remplacés par deux rampes projetées derrière le chemin de fer, dont l'une placée à l'entrée, et l'autre à la sortie de Vienne, et au pied desquelles on arrivera par des arcades pratiquées sous le chemin. Ces deux rampes, jointes à celles qui existent déjà sous les deux arcades qui traversent la route royale un peu au-dessus de la Gère, et qui seront prolongées sous le chemin de fer jusqu'au Rhône, suffiront pour tous les besoins de la navigation, et établiront, entre la ville de Vienne et le fleuve, des communications totalement indépendantes de la voie de fer.

Quant aux pentes de cette partie du tracé, j'ai dit qu'on arrivait à l'entrée de Vienne à la cote 154.05, ou à 6m.50 au-dessus de l'étiage du Rhône. On maintient le chemin de fer à cette hauteur jusqu'après le passage de la Gère, afin d'avoir l'élévation nécessaire pour l'établissement du pont sur cette rivière; après quoi l'on descend avec une pente de 0.00118 jusqu'au pont suspendu, sous lequel on passe avec la cote 153.62, c'est-à-dire à

0m.30 au-dessus des plus grandes crues du Rhône, hauteur suffisante attendu que le chemin de fer doit être bordé d'un parapet sur toute la longueur de la traversée de Vienne; mais comme la cote du dessous du tablier du pont suspendu, n'est que de 157.08, il ne reste entre ce tablier et le chemin de fer, qu'une hauteur de 3m.46, qui serait insuffisante pour le passage des machines locomotives; en conséquence, il faudra élever le tablier du pont suspendu de 1.m14, contre la culée gauche, afin d'avoir une hauteur de 4m.60 pour pouvoir passer dessous. Cet exhaussement est d'ailleurs sans inconvénient pour les abords du pont qu'on pourra également relever et raccorder avec la place Saint-Maurice, au moyen d'une pente de 0.03 par mètre.

De Vienne à la rivière de la Varaize.

En sortant de Vienne, l'on se trouve dans la plaine de l'Aiguille, séparée par les rochers de Saint-Cric, de celle du Faux-Pavé, à l'extrémité de laquelle les rochers de Marçon viennent border le Rhône sur une longueur d'environ 1,450 mètres. Après ces rochers on entre dans la plaine de Gerbays qui se prolonge jusqu'au point où le coteau sur lequel est assis le village des Roches vient longer le fleuve, et y former avec la plaine du Rafour, que l'on trouve à la suite de ce village, l'un des coutours les plus brusques que présente le cours du Rhône entre Lyon et la mer. A l'extrémité de la plaine du Rafour, un appendice du coteau vient de nouveau s'étendre jusqu'au fleuve et y former un cap dans lequel se trouvent placés le village de Saint-Alban et l'embouchure de la Varaize.

Depuis la sortie de Vienne, le tracé du chemin de fer n'offrait pas de difficulté jusqu'au coteau des Roches; mais il n'en était pas de même pour la traversée de ce coteau abrupte et déchiré, et pour le passage du village des Roches au-dessous duquel l'on ne pouvait s'établir, à cause de la roideur du contour que présente, comme on l'a dit, le fleuve dans cette localité, et qui ne permettait pas de s'y développer avec des courbes de 500 mètres de rayon; il fallait donc traverser ce village dans sa partie supérieure sur le plateau. Or, la cote de ce plateau étant généralement de 153.62, qui est également, comme on l'a vu précédemment, celle du chemin de fer sous le pont snspendu de Vienne, l'on s'est déterminé à maintenir jusqu'aux Roches, le tracé de ce chemin de niveau à la cote 153m.62, dans la traversée des plaines de l'Aiguille, du Faux-Pavé et de Gerbays, ainsi que dans les rochers de Saint-Cric et de Marçon, que l'on a contournés de manière à éviter les grands escarpements. L'on est arrivé ainsi, sans avoir de grands mouvements de terrain,

jusqu'au coteau des Roches; mais pour s'établir dans ce dernier coteau, et traverser le village des Roches dans la direction qui offrait le moins de bâtiments à couper, il a fallu, à cause de l'irrégularité du terrain, et tout en adoptant pour les courbes le rayon minimum de 500 mètres, se jeter dans quelques déblais et escarpements assez forts, mais peu longs. L'on est parvenu de cette manière à passer sous la principale rue des Roches, au moyen d'un viaduc qui sera établi sur le chemin de fer, en exhaussant cette rue de $2^{m}.47$, au point où on la traverse.

Après ce passage difficile, le tracé a été dirigé le long du coteau qui borde la plaine basse du Rafour, de manière à passer derrière le village de Saint-Alban, et à franchir les rivières du Saluant et de la Varaize, à une hauteur telle que l'on pût trouver l'emploi des déblais de la petite coupure de Saint-Alban, pour l'exécution des levées aux abords des ponts à construire sur ces deux rivières. En conséquence, l'on est descendu, après le village des Roches avec une pente de $0^{m}.00118$, de manière à venir traverser de niveau le Saluant et la Varaize, à la cote $151^{m}.65$.

De la rivière de la Varaize à Saint-Rambert.

Après la Varaize, l'on trouve la belle plaine basse et submersible du Péage. Cette plaine est bordée, à l'est, par le talus assez roide d'un plateau qui s'élève de 12 à 15 mètres au-dessus d'elle. L'on trouve ensuite le Dolon, et sur la rive gauche de cette rivière, le coteau qui vient s'avancer jusqu'au Rhône et s'en éloigne bientôt en laissant entre lui et le seuil de Saint-Rambert la petite plaine des Eaux-Claires.

Si le coteau qui borde la plaine basse du Péage avait été moins sinueux, l'on y aurait facilement établi le chemin de fer; mais les caps et les rentrants très-prononcés qu'il présente ne permettaient pas d'en suivre tous les développements qui, d'ailleurs, auraient allongé le chemin. L'on ne pouvait ensuite s'établir sur le plateau élevé qui domine la plaine, sans avoir des coupures assez fortes, de grands mouvements de terre et enfin une forte pente et une haute levée pour traverser la vallée du Dolon. Il n'y avait donc qu'un parti à prendre, celui de traverser en relief la plaine basse, comme on l'avait fait dans le projet du canal latéral au Rhône; en conséquence, après avoir passé la Varaize, on descend avec des pentes douces dans la plaine du Péage où l'on s'établit en levée au-dessus des plus hautes eaux du Rhône, sur de beaux alignements jusqu'à la rivière du Dolon, que l'on traverse un peu au-dessous du confluent de la Salaize. L'on se dirige ensuite sur le plateau de Saint-Ram-

bert en passant au pied du coteau qui sépare la vallée du Dolon de celle du ruisseau des Eaux-Claires et en coupant, sur le bord du Rhône, le seuil de Saint-Rambert.

Quant aux pentes et rampes de cette partie du tracé, on a dû les disposer de manière à établir le chemin de fer à $0^{m}.50$ seulement au-dessus des plus hautes eaux du Rhône dans la plaine basse du Péage, à traverser le Dolon sur un pont en pierre à la cote 140.54, et à arriver enfin sur le plateau de Saint-Rambert à la cote 143.86, qui est celle de la hauteur de ce plateau.

IIe SECTION [1].

DEPUIS SAINT-RAMBERT JUSQU'À LA DURANCE, SUR UNE LONGUEUR DE $170{,}376^{m}.90$.

De Saint-Rambert à l'entrée de Saint-Vallier.

La rive gauche du Rhône, entre Saint-Rambert et Saint-Vallier, présente d'abord trois plaines qui se succèdent, celles de Saint-Rambert, du Creux de la Thine et d'Andancette. Ces plaines, élevées à différentes hauteurs, s'étendent, d'un côté, jusqu'au fleuve, et sont bordées de l'autre par un coteau assez rapide; l'on rencontre ensuite le torrent de Bancel, et après ce torrent la plaine de Laveyron, qui se termine au cap saillant formé par les rochers de Sillon. Là commence le plateau élevé qui se prolonge jusqu'à Saint-Vallier, et sur lequel est bâtie cette ville immédiatement au bord du Rhône, dont elle n'est séparée que par la digue qui la protége et sert au halage.

On a dit que le chemin de fer arrive sur le plateau de Saint-Rambert, à la cote $143^{m}.86$. Il est ensuite établi en ligne droite sans presque aucun mouvement de terre dans toute l'étendue de ce plateau jusqu'à la maison Ribes, derrière laquelle on passe, et où l'abaissement du terrain donne lieu à la plaine basse du Creux de la Thine, que l'on traverse en levée, en se rapprochant du coteau; après quoi l'on s'établit sur la plaine d'Andancette, derrière le village de ce nom, et l'on franchit le torrent de Bancel un peu au-dessous du rocher d'Ysard, pour

[1] Les détails de cette partie du tracé sont contenus :

1° Dans les cartes, depuis le n° 8 jusqu'au n° 26 inclusivement, atlas n° 2;

2° Dans les plans détaillés, depuis le n° 6 jusqu'au n° 11 inclusivement, atlas n° 3;

3° Dans les profils en long, depuis le n° 10 jusqu'au n° 32 inclusivement, registres nos 5 et 6;

4° Dans les profils en long supplémentaires, depuis le n° 3 jusqu'au n° 8 inclusivement, registre n° 8;

5° Dans les profils en travers, registres nos 10 et 11;

6° Dans les profils en travers, supplémentaires, registre n° 13.

se diriger ensuite en ligne droite dans la plaine de Laveyron jusqu'aux rochers de Sillon. Arrivé à ces rochers, il a fallu, pour ne pas se jeter dans une grande coupure, les contourner au moyen d'une double courbe. L'on s'est replié ensuite le long du coteau, de manière à arriver, en passant derrière la maison Fovel, sur la digue de Saint-Vallier.

Les pentes et rampes de cette partie du tracé ont été disposées de manière à établir, autant que possible, l'égalité entre les déblais et les remblais, à diminuer ces derniers aux abords des ponts, et à tenir enfin le chemin de fer à une hauteur assez grande pour pouvoir traverser sur des ponts en maçonnerie le torrent de Bancel et la rivière de Galaure, dont il va être parlé plus bas; ce qui a exigé que l'on fixât la cote du tracé à 136^{m}.52 au passage du Bancel, et à 131^{m}.85 à l'arrivée du chemin à Saint-Vallier.

Traversée de Saint-Vallier et passage de la rivière de Galaure.

La digue de Saint-Vallier, qui borde le Rhône, et à l'extrémité de laquelle la rivière de Galaure débouche dans ce fleuve, est revêtue extérieurement par un perré incliné à plus de 2 mètres de base pour 1 mètre de hauteur. Ce perré est défendu par d'anciens enrochements en gros blocs, qui ont parfaitement résisté jusqu'à présent, et dont il est possible, à peu de frais, d'augmenter encore la solidité, si cela était nécessaire, en les fortifiant par des rechargements.

On a profité, comme on l'avait fait dans le projet du canal latéral au Rhône, des dispositions favorables de cette digue pour y placer le chemin de fer, en augmentant le rayon de la courbe concave qu'elle présente, et en remplaçant le perré par un mur de soutenement; ce qui a procuré une largeur suffisante non-seulement pour l'établissement de ce chemin, mais encore pour la conservation d'une voie de 4^{m}.50 pour le halage. L'on a ensuite traversé la rivière de Galaure à son embouchure, sur un pont où les rails sont établis suivant une courbe de 500 mètres de rayon, quoique d'ailleurs les têtes de cet ouvrage soient en ligne droite.

Dans cette partie du tracé, où l'on est parvenu, sans se jeter dans des travaux très-dispendieux, à franchir l'un des points qui, au premier coup d'œil, paraissaient devoir se prêter difficilement à l'établissement du chemin de fer, ce chemin a été maintenu de niveau à la cote 131^{m} 85.

De la rivière de Galaure à Serve.

Après la rivière de Galaure, on trouve la petite plaine basse de Saint-Vallier, qui s'étend sur une longueur d'environ 1,600 mètres, jusqu'au point où le

Rhône vient baigner le pied de la route royale n° 7, et du coteau sur lequel cette route est établie. Le fleuve continue ensuite à longer la route jusqu'au village de Serve, qui d'un côté touche le Rhône, et de l'autre est adossé à un rocher escarpé.

L'établissement du chemin de fer dans cette partie du littoral du Rhône a offert d'assez grandes difficultés; car, après avoir traversé en levée la plaine de Saint-Vallier, l'on s'est trouvé dans un espace extrêmement resserré entre la route royale et le fleuve, où il a fallu placer le chemin de fer, tantôt au pied de la route en revêtissant d'un perré le talus extérieur, tantôt sur la route même en déplaçant celle-ci et la rejetant dans le coteau, et enfin quelquefois sur le talus même de la route royale, derrière la digue de halage qui existe aux abords du torrent de Ponsas. Cette partie du tracé a d'ailleurs dû suivre toutes les sinuosités du fleuve jusqu'au ravin des Bordas, où de plus grandes difficultés se présentaient encore pour l'établissement du chemin de fer.

Depuis le ravin des Bordas jusqu'à Serve, la route royale est soutenue, du côté du Rhône, par des murs ou des perrés dont le tracé très-sinueux a été motivé par la présence des rochers auxquels cette route est accolée, et qu'on ne voulait pas couper. Pour franchir ce passage difficile avec le chemin de fer, il se présentait deux partis: le premier consistait à se jeter en rivière depuis le ravin des Bordas, et à passer devant Serve, en s'établissant en levée dans le lit du Rhône, et sur l'île qui sépare le bras principal de la branche qui longe la route royale, et en barrant ainsi cette dernière branche. Le second consistait à traverser sous un viaduc la route royale après le ravin des Bordas, à s'établir ensuite dans les rochers au derrière de cette route, au moyen de coupures et de deux percés, dont l'un de 72 mètres, et l'autre de 127 mètres de longueur; et enfin à traverser en souterrain, sur une longueur de 377 mètres, le rocher escarpé auquel est adossé le village de Serve, pour venir couper de nouveau la route royale à la sortie de ce village. D'autres tracés ont été encore étudiés; mais les deux que l'on vient d'indiquer sont les seuls admissibles et comparables. Or, l'on a vu que le second tracé exige deux percés et un souterrain ayant ensemble 576 mètres de longueur, et deux traversées de la route royale, dont la seconde, c'est-à-dire celle à la sortie de Serve, ne peut être faite qu'au niveau de la route, ce qui est un grand inconvénient. Par le premier tracé, qui est certainement le plus beau, le plus court et le plus convenable pour un chemin de fer, on évite les percés et le souterrain, ainsi que les traversées de la route royale; mais il faut barrer un bras du Rhône, établir la chaussée qui doit recevoir le chemin de fer dans

une grande profondeur d'eau à la tête de Serve, et donner à cette chaussée une largeur suffisante pour y conserver un chemin de halage, lequel pourra d'ailleurs être placé à une moindre hauteur que le chemin de fer ; enfin les frais d'entretien de cette chaussée, exposée aux attaques du fleuve, devront être plus considérables que ne le seraient ceux du chemin de fer établi suivant le second tracé. Toutefois, l'on fera remarquer d'une part, que le barrage de la branche du Rhône qui longe la route royale ne sera ni difficile ni dispendieux, parce que la profondeur d'eau est peu considérable à la tête de cette branche; et de l'autre, que les enrochements dont on fera usage pour l'établissement de la digue ne seront pas chers, parce qu'on les prendra dans les rochers qui, dans cette partie, bordent partout la route royale. Les dépenses des deux tracés seraient donc à peu près les mêmes, et comme le premier, celui établi dans le lit du Rhône, offre de grands avantages, c'est celui auquel on a donné la préférence.

On a, du reste, disposé les pentes et rampes de cette partie du tracé, de manière à pouvoir traverser sur un pont de pierre le torrent de Ponsas à la cote 131m.05, et à tenir le chemin de fer sur la digue au devant de Serve, à 0m.50 au moins au-dessus des plus hautes eaux du Rhône; ce qui a fixé la cote du chemin, à l'extrémité sud de ce village, à 128m.01.

De Serve à la rivière de l'Isère.

Après le village de Serve, le coteau s'éloigne du Rhône en laissant entre lui et ce fleuve la plaine d'Erome et de Gervaud, laquelle s'étend jusqu'au torrent de Croze. Le Rhône vient ensuite baigner le pied des perrés et murs qui soutiennent la route royale établie le long des rochers granitiques de Pierre-Aiguille, à l'extrémité desquels commence la plaine de Tain. Cette plaine, qui se prolonge jusqu'au cap escarpé de Pailleret, au pied duquel passe de nouveau le Rhône, est suivie de la plaine basse de Saint-Georges, puis du plateau élevé de la Roche-de-Glun, qui se prolonge jusqu'à la vallée de l'Isère.

Le tracé du chemin de fer parvenu à l'extrémité aval de Serve est dirigé en ligne droite sur la plaine d'Erome jusqu'au hameau de la Sainte, où commence la courbe de raccordement de cet alignement avec celui qui traverse le torrent de Croze entre son embouchure et la route royale; l'on passe ensuite, au moyen d'un viaduc, sous la route royale, pour venir établir le chemin derrière cette route, au pied des rochers escarpés de Pierre-Aiguille, jusqu'au point où commence la plaine de Tain, que l'on traverse en ligne droite, en passant sous les ruisseaux de Tauras et de la Pouterne. A l'extrémité de cette plaine, l'on coupe

de nouveau la route que l'on relève de manière à la faire passer sur le chemin de fer. Le tracé est ensuite continué entre le coteau et le Rhône, sur la petite plaine qui se prolonge jusqu'au cap Pailleret, que l'on contourne en établissant le chemin de fer sur une digue dont le talus extérieur est défendu contre le Rhône par un perré et des enrochements. Après avoir ainsi contourné ce cap, le tracé se replie sur la plaine basse de Saint-Georges, que l'on traverse en levée, après quoi l'on s'établit en coupure sur le plateau de la Roche-de-Glun, et sur un seul alignement prolongé jusqu'à l'Isère.

Les pentes et rampes de cette partie du tracé ont été combinées de manière à passer le torrent de Croze avec la cote $126^{m}.30$, à tenir le chemin de fer dans les plaines basses à $0^{m}.50$ au moins au-dessus des plus hautes eaux du Rhône, à diminuer autant que possible la hauteur de la levée sur la rive droite de l'Isère et à arriver à cette rivière à $7^{m}.92$ au-dessus de son étiage, élévation nécessaire pour y établir un pont en pierre; il en résulte que la cote du chemin de fer sur ce pont, est de $117^{m}.12$.

Passage de l'Isère.

L'Isère, dont la rive droite est fort basse, se trouve bordée sur la rive gauche par un coteau fort élevé qui se prolonge jusqu'à l'embouchure de cette rivière dans le Rhône, au domaine de Confoulins, où il s'abaisse brusquement; c'est donc en ce point qu'on a traversé l'Isère afin d'avoir une tranchée moins profonde dans le coteau, un pont moins élevé et conséquemment une chaussée moins haute sur la rive droite. Cette position et la direction de l'Isère, qu'il fallait traverser perpendiculairement à son cours, ont obligé d'employer des courbes de 500 mètres de rayon pour les raccordements des abords du pont; mais il sera possible avec un peu plus de dépenses d'augmenter les rayons de ces courbes et d'améliorer ces raccordements lors de l'exécution.

De l'Isère à Valence, traversée de cette ville.

Après le coteau de la rive gauche de l'Isère, on trouve la belle plaine qui s'étend jusqu'au bourg Lez-Valence placé au bord du Rhône et au pied du plateau élevé sur lequel la ville est bâtie. Le pied de ce plateau, après s'être fort rapproché du fleuve au point où le bourg joint la ville, change de direction et s'en écarte de nouveau en laissant entre lui et le Rhône une petite plaine dans laquelle se trouvent les bâtiments de l'arsenal, la basse ville et le port. Cette plaine est défendue contre le fleuve sur toute sa longueur par des perrés.

Le chemin de fer, après avoir traversé l'Isère, est dirigé en ligne droite à

travers la plaine jusqu'au bourg de Valence; après quoi l'on contourne l'enceinte extérieure de ce bourg et l'on vient passer, au moyen d'un viaduc, sous la rue et la place Pomperie, au bas de la côte des Chapeliers, en élevant cette rue de 2m.6 au point où elle est traversée par le chemin de fer. Le tracé est établi ensuite derrière la digue qui borde le Rhône le long du clos de l'arsenal et traverse enfin la basse ville dans la partie qui offre le moins de bâtiments à démolir, en passant, au moyen d'un second viaduc, sous le chemin qui conduit au pont suspendu de Valence et qu'on exhaussera en conséquence.

Dans la partie de ce tracé qui passe sous Valence et qui offrait des difficultés, l'on n'a pu éviter une double courbe de 500 mètres de rayon qui d'ailleurs ne présente aucun inconvénient dans cette localité où la marche des machines locomotives doit être ralentie, il a fallu faire passer sous le chemin de fer, au moyen de siphons, les eaux de source qui coulent dans les prairies du bourg; enfin on a dû passer de niveau la rue de la Pêcherie, ce qui a peu d'inconvénient attendu que cette rue est peu fréquentée. Toutefois il conviendra, lors de l'exécution, d'examiner s'il ne serait pas possible d'améliorer cette partie du tracé.

Ce tracé n'est pas, au reste, le seul qui se présente pour traverser Valence. On pourrait encore passer en souterrain dans la pointe du plateau qui s'avance entre les prairies du bourg et la petite plaine de la basse ville. Ce souterrain aurait 187 mètres de longueur. Il commencerait contre la terrasse de M. de Syes, passerait sous la maison de ce propriétaire et sous l'hôtel de la préfecture, et déboucherait dans le jardin de la cure; les cotes du chemin de fer seraient, à l'entrée du souterrain, de 111m.68 et à la sortie de 111m.02; mais comme les cotes du sol des caves sont dans la maison de Syes de 121.m55 et à l'hôtel de la préfecture de 123m.68 et que la hauteur du souterrain serait de 5m.20, il s'ensuit que le sommet de la voûte ne serait qu'à 5m.67 au-dessous des caves de la maison Syes et à environ 7 mètres au-dessous de celles de la préfecture. Or un souterrain établi dans un sol graveleux comme celui du plateau de Valence, à une aussi petite profondeur au-dessous des bâtiments, présente de graves inconvénients et des dangers pour son exécution. Il faudrait d'ailleurs voûter ce souterrain sur toute sa longueur et soutenir par des murs la tranchée qui le précède et celle qui le suit; d'un autre côté l'on aurait à payer des indemnités au moins aussi fortes que dans le tracé décrit précédemment; en conséquence l'on n'a pas cru devoir adopter ce tracé.

Enfin l'on observera peut-être qu'on aurait pu faire passer le chemin de fer

dans la partie supérieure de Valence extérieurement à ses murs, ainsi qu'on l'avait fait dans le projet du canal latéral au Rhône. La chose est en effet possible ; mais il faudrait alors changer le tracé depuis la plaine de Tain et le soutenir à une hauteur suffisante pour pouvoir arriver au niveau du plateau de Valence, ce qui obligerait à passer l'Isère à peu près au point où le coteau de la rive gauche vient longer cette rivière, sur un pont d'une grande élévation, accompagné sur la rive droite d'une levée très-longue et fort haute ; il faudrait traverser la route royale n° 7 à la montée du long et se développer ensuite le long du coteau pour venir passer à Valence, entre la porte Saint-Félix et le faubourg Saint-Jacques, en traversant une partie du polygone et en déplaçant la route royale pour la reporter contre les murs d'enceinte de la ville ; enfin il faudrait traverser de nouveau la route royale entre Valence et la Drôme pour venir franchir cette rivière en aval du pont actuel. Or ce tracé présenterait un développement beaucoup plus sinueux et plus long que le premier, le passage de la vallée et de la rivière de l'Isère serait fort coûteux; il faudrait traverser deux fois la route royale n° 7 et celle de Valence à Grenoble, à l'entrée du faubourg Saint-Jacques. Ces passages, et surtout celui de la route de Grenoble, seraient fort dispendieux, parce que la hauteur qu'exigerait le viaduc à établir sur le chemin de fer pour la traversée de cette dernière route nécessiterait des rampes assez longues qui enterreraient un grand nombre de maisons dans le faubourg Saint-Jacques et dans la rue Saint-Félix ; enfin ce dernier tracé conduirait à des dépenses beaucoup plus considérables que le premier ; en conséquence l'on n'a pas cru devoir le proposer.

Revenant donc au premier tracé décrit ci-dessus, on ajoutera que les pentes et rampes qui y ont été projetées ont été combinées de manière à passer à Valence à peu près au niveau du terrain de l'arsenal et à se trouver au-dessus des plus grandes inondations du Rhône, à l'entrée des prairies qui font suite à la basse ville. Il résulte des dispositions de ces pentes que les cotes du chemin de fer, sont au passage de la rue Pomperie de $111^{m}.48$ et à la traversée de la rue du Port de $110^{m}.25$.

De Valence au Logis-Neuf.

La basse ville de Valence est suivie d'une plaine qui s'élargit à mesure que la crête du plateau supérieur s'éloigne du Rhône, et qui se divise en deux parties élevées à des hauteurs différentes jusqu'au hameau de Chieze; là le terrain ne présente plus qu'une vaste plaine dans laquelle coulent la Veoure et la Drôme, et qui se prolonge jusqu'au delà de Loriol où son étendue est res

serrée par le coteau qui vient de nouveau s'approcher du Rhône. Cette plaine est suivie de celle de Mirmande qui se termine au hameau du Logis-Neuf.

Après le passage de la basse ville de Valence, le chemin de fer est établi en ligne droite et en levée sur la plaine basse derrière le port, après quoi le tracé se développe sur le flanc du petit coteau qui sépare cette plaine de celle plus élevée qui s'étend jusqu'au delà Loriol et où le chemin de fer est ensuite tracé au-dessous de la route royale sur deux grands alignements raccordés vers Fiancey par une courbe de 5,000 mètres de rayon. Le dernier de ces alignements vient traverser la Drôme à 1,160 mètres au-dessous du pont de la route royale et se raccorde au moyen d'une courbe de 3,500 mètres de rayon avec un troisième alignement dirigé vers l'extrémité du coteau qui longe la rive gauche de la vallée de la Drôme. Le tracé se développe ensuite au pied de ce coteau jusqu'aux torrents de Lolagnier et de Theysonne que l'on traverse sur un seul pont, après les avoir ramenés et réunis dans un même lit qu'on leur ouvre jusqu'au Rhône; après quoi l'on s'établit en ligne droite dans la plaine de Mirande jusqu'au pied du coteau sur lequel est bâti le hameau du Logis-Neuf que l'on contourne pour venir traverser le torrent de Blaumard.

Les pentes et rampes de cette partie du tracé ont été disposées de manière à traverser sur des ponts en fonte la Veoure et la Drôme, et sur un pont en pierre les torrents de Lolagnier et de Theysonne réunis, et à réduire autant que possible la hauteur des remblais aux abords de ces ponts; en conséquence les cotes du chemin de fer ont été fixées comme il suit :

Au passage de la Veoure.....	108m.65
——— de la Drôme.....	110 .39
——— de Lolagnier et de Theysonne réunis.....	87 .05
——— du torrent de Blaumard, au Logis-Neuf...	84 .01

Depuis le Logis-Neuf jusqu'au chemin des Rochas, la route royale n° 7, placée au pied du coteau, ne laisse entre elle et le Rhône qu'un espace fort resserré, pentif, assez tourmenté et coupé par de nombreux ravins. La route et le coteau s'éloignent ensuite du fleuve, le terrain au-dessous acquiert de l'étendue, devient moins incliné, plus régulier, et forme enfin la belle plaine de Montélimart dans laquelle coule le Roubion.

Du Logis-Neuf à la rivière du Roubion.

Après avoir traversé le torrent de Blaumard au Logis-Neuf, le chemin de fer est établi dans l'espace resserré compris entre la route royale et le Rhône,

et où, malgré les mouvements irréguliers du terrain et les nombreux ravins qui le sillonnent, l'on est parvenu à obtenir un tracé presque rectiligne, et qu'il sera possible de redresser encore sans tomber dans de grands terrassements. On traverse ensuite la plaine de Montélimart en ligne droite pour venir franchir la rivière torrentielle du Roubion sur un pont en fonte, à environ 1,130 mètres au-dessous du pont de la route royale, et à la cote $80^{m}.51$.

Un embranchement projeté sur la rive droite de cette rivière, et aboutissant sous les murs de Montélimart, établira la communication de cette ville avec la ligne principale du chemin de fer.

Du Roubion au Robinet de Donzère.

Après le Roubion, le terrain compris entre la route royale et le Rhône se compose de deux plaines dont l'une basse et marécageuse et l'autre élevée d'environ 10 mètres au-dessus de la première. Ces plaines, qui se terminent au torrent de la Riaille, sont suivies d'un terrain fort tourmenté jusqu'au coteau de Châteauneuf, où s'attachent les rochers de Malmouche. Ces rochers s'élèvent à pic au bord du Rhône, en laissant à leur pied une plage d'environ 10 mètres de largeur moyenne ; mais depuis le bec de Malmouche où se trouve la prise d'eau du canal d'arrosage de Pierrelatte, jusqu'au Robinet de Donzère, le pied des rochers est plus éloigné du Rhône et précédé d'un talus assez rapide, couvert de pierrailles et de débris de roc, ce qui a permis d'établir au bord du fleuve, entre deux murs, le canal d'arrosage susdésigné.

Dans les premières études qui avaient été faites, on passait le Roubion beaucoup au-dessous du point où l'on propose de le traverser, et alors on établissait le tracé dans la plaine basse et marécageuse dont il a été parlé ci-dessus. Mais comme cette disposition éloignait beaucoup le chemin de fer de Montélimart, on a pris le parti de le rapprocher de cette ville en traversant le Roubion, comme on l'a déjà dit, à 1,130 mètres du pont de la route royale, puis de s'établir en ligne droite sur la plaine haute jusqu'au ruisseau de Versailles, où le tracé s'infléchit pour venir passer le torrent de la Riaille, à 350 mètres au-dessous du chemin de Châteauneuf. On se développe ensuite au pied du coteau de Châteauneuf, jusqu'aux rochers de Malmouche, dans lesquels ou devant lesquels on s'établit en escarpements, ou sur des levées soutenues par des murs jusqu'au bec de Malmouche. Arrivé en ce point, le chemin de fer est placé immédiatement derrière les murs du canal d'arrosage

de Pierrelatte, du côté de la montagne, où il est garanti des coulées de pierrailles par un mur jusqu'au Robinet de Donzère.

Je ferai remarquer que le tracé au passage difficile des rochers de Malmouche jusqu'au Robinet est forcé : il est le même que celui adopté pour le canal latéral au Rhône.

Quant aux pentes et rampes, elles ont été disposées de manière à pouvoir traverser sur un pont en fonte le torrent de la Riaille à la cote 72m.22, à se maintenir le long des rochers de Malmouche à 0m.50 au moins au-dessus des plus hautes eaux du Rhône, et à arriver au Robinet de Donzère, à la cote 61m.12.

Du Robinet de Donzère à la rivière du Lez.

Depuis le Robinet de Donzère jusqu'à la mer, la rive gauche du Rhône n'offre plus qu'une vaste et belle plaine; quelques montagnes se rapprochent encore du fleuve dans les environs de Châteauneuf-du-Pape; mais ce rapprochement n'est point immédiat et ne produit qu'un resserrement de la plaine sans l'interrompre. Le terrain y est élevé dans le voisinage de la route royale au-dessus des plus fortes inondations du Rhône jusque près de la Palud; mais là il s'abaisse assez brusquement et devient submersible.

Le tracé du chemin de fer dans cette localité a dû nécessairement présenter de belles lignes droites; mais il fallait, d'une part, approcher ce tracé de la route royale pour se trouver dans la partie la plus élevée de la plaine, et de l'autre en disposer la hauteur de manière à pouvoir traverser sur des ponts les rivières de la Berre, du Lauzon et du Lez; ainsi donc à partir du Robinet de Donzère, l'on s'est établi sur un alignement de 13,800 mètres de longueur dans les plaines de Donzère et de Pierrelatte jusqu'à la Palud, en se maintenant constamment au-dessous et près de la route royale n° 7, et en traversant la Berre à 80 mètres de cette route. Le tracé a été ensuite dirigé sur un second alignement de 7,014m.70 de longueur, prolongé jusqu'au Lez, et qui se raccorde avec le premier au moyen d'une courbe de 4,000 mètres de rayon. Cette dernière partie du tracé est établie en levée au-dessus des plus grandes eaux du Rhône qui, comme on l'a déjà dit, couvrent la plaine depuis les environs de la Palud.

Les pentes et rampes ont été d'ailleurs combinées de manière à diminuer autant que possible les reliefs et à passer la Berre, le Lauzon et le Lez avec les cotes 58m.05, 45m.08 et 43m.69, hauteurs nécessaires pour les traverser sur des ponts.

De la rivière du Lez au domaine du Lampourdier.

Après le Lez, l'on trouve les bourgs de Montdragon, Mornas et Piolenc, placés, ainsi que la route royale, au pied d'un coteau fort tourmenté et de rochers escarpés. La plaine qui s'étend au-dessous de ces bourgs est fort basse dans toute cette partie, et surtout à Mornas, où la route même, quoique élevée au-dessus de la plaine, est encore inondée dans les grandes crues du Rhône. Après Piolenc, on entre dans la plaine d'Orange, où coule la rivière d'Aigues, et qui est terminée au delà de cette rivière par un coteau se dirigeant d'Orange au Rhône, et aboutissant non loin du fleuve au domaine du Lampourdier.

Plusieurs tracés ont été étudiés pour cette partie du chemin de fer; mais enfin voici celui auquel on s'est arrêté. Après avoir traversé le Lez, on s'établit en levée dans la plaine basse sur deux alignements, en passant immédiatement contre Montdragon, Mornas et Piolenc; puis, au lieu de se diriger vers le domaine de la Bédaride, où la rivière d'Aigues est encaissée, pour la passer en ce point comme on en avait eu d'abord le projet, l'on a traversé cette rivière et la plaine d'Orange par un seul alignement prolongé jusqu'après la Maîne. Le tracé se replie ensuite le long de la rive gauche de cette petite rivière pour venir joindre le coteau et s'y établir, en tranchée dans les rochers, un peu au-dessus du chemin et du domaine du Lampourdier.

Quant aux pentes et rampes, il a fallu, avant de les fixer, s'arrêter sur la manière de traverser le torrent du Valadas, placé entre Montdragon et Mornas, et qui n'a pas de débouché dans le Rhône. Ce torrent n'a d'eau que quelques jours par an, aux époques des fortes pluies; il charrie alors une grande quantité de broussailles et de sable, qui ont relevé son lit beaucoup au-dessus des terrains environnants, et dont les propriétaires riverains ont cherché à se garantir, en bordant de chaque côté par des murs la partie de ce torrent, placée immédiatement au-dessous de la route royale. Dans cet état de choses, l'on ne pouvait traverser le Valadas, sans s'élever beaucoup, et conséquemment sans avoir à faire de très-forts remblais aux abords de ce torrent; il ne restait donc qu'un parti à prendre pour éviter cet inconvénient, c'était d'ouvrir au Valadas un nouveau lit, dirigé en ligne droite jusqu'au Rhône, et de se donner, en baissant ainsi son lit, le moyen de le traverser sans avoir de grands reliefs, et de procurer l'écoulement des sables qu'il charrie; en conséquence, la hauteur du chemin de fer au passage de ce torrent, a été fixée à la cote 40^{m} ou à $0^{m},70$ au-dessus des plus hautes eaux du Rhône en ce point.

Il fallait ensuite, pour diminuer autant que possible les reliefs dans la plaine

basse de Mornas, n'y élever le chemin de fer qu'à la hauteur strictement nécessaire pour le mettre au-dessus des plus grandes crues du Rhône. Or, la cote de ces crues qui s'élèvent de 5m.53 au-dessus de l'étiage est de 38m.44 à l'extrémité sud de Mornas, et comme ce point se trouve à une très-grande distance du fleuve, il suffisait de s'y établir à 0m.20 seulement au-dessus des plus fortes crues; en conséquence, la cote du chemin de fer a été fixée à Mornas à 38m.64.

Enfin il fallait également, pour diminuer la hauteur et la longueur des levées dans la plaine d'Orange, aux abords du pont sur l'Aigues, traverser cette rivière torrentielle avec la moindre élévation possible, ce qui a conduit à fixer la cote du chemin de fer au passage de ce torrent à 41m.44.

Comme l'on ne pouvait passer à Orange sans avoir des pentes trop fortes pour franchir l'Aigues, et sans augmenter le développement du chemin en pure perte pour le mouvement commercial, l'on a projeté sur la rive gauche de l'Aigues un embranchement au moyen duquel cette ville pourra être mise en communication avec la ligne principale. Cet embranchement aboutit à la place d'Orange la plus rapprochée de la plaine.

Du domaine du Lampourdier à la Durance.

En face du domaine du Lampourdier, le coteau se replie et se dirige parallèlement au cours du Rhône, en laissant entre lui et le fleuve une petite plaine très-basse qui se termine à la pointe de rocher avant la maison des Arméniens. Le coteau s'éloigne ensuite du fleuve derrière un plateau assez élevé qui s'étend jusqu'à la rivière de Louveze. Ce plateau est suivi de la plaine d'Avignon qui se prolonge jusqu'à la Durance.

Le tracé parvenu, comme on l'a vu, au coteau du Lampourdier, se développe dans ce coteau dont on suit les sinuosités en les rectifiant. L'on traverse ensuite en coupure la pointe de rocher qui précède la maison des Arméniens pour arriver sur le plateau qui s'étend jusqu'à Louveze, et où le chemin de fer est établi sur trois alignements raccordés par des courbes. On passe la rivière de Louveze à 950 mètres au-dessous du village de Sorgues, après quoi l'on se dirige sur le Pontet et l'on traverse en ligne droite la plaine d'Avignon en passant un peu au-dessus du mur d'enceinte de cette ville, pour venir enfin franchir la Durance à environ 1,800 mètres en aval du pont suspendu de Rognonas, sur un alignement qui se raccorde avec celui de la plaine d'Avignon, au moyen d'une courbe de 2,500 mètres de rayon.

Quant aux pentes et rampes de cette partie du tracé, l'on a dû d'abord sou-

tenir de niveau le chemin de fer à la cote 31^{m}.05 depuis le Lampourdier jusqu'à la pointe de rocher des Arméniens, afin de diminuer la hauteur de la coupure dans ce rocher et arriver sur le plateau que l'on trouve à la suite. On traverse ensuite Louveze avec la cote 25^{m}.10; mais, à partir du Pontet, la plaine d'Avignon devenant submersible, l'on a projeté les pentes dans deux hypothèses, celle où l'on élèverait le chemin de fer au-dessus des plus grandes inondations connues du Rhône, et celle où l'on se bornerait à l'établir de la même manière que la route royale n° 7, à peu près au niveau du terrain naturel. La première hypothèse conduisait à traverser toute la plaine avec des reliefs d'autant plus forts qu'on avait pris pour la hauteur des plus grandes crues du Rhône, celle des eaux de 1755 qui se sont élevées de 6^{m}.80 au-dessus de l'étiage, et qu'on avait tenu le chemin de fer à 0,50 au-dessus de cette crue extraordinaire; or, il est à remarquer que depuis l'époque précitée le Rhône ne s'est pas élevé à une pareille hauteur. Ce serait donc se jetter dans une grande dépense en pure perte que d'établir le chemin à cette élévation dans la plaine d'Avignon pour satisfaire à une éventualité qui ne se représentera peut-être plus. J'ajouterai qu'il y aurait même des inconvénients à en agir ainsi; car, en supposant que le Rhône vînt à s'élever à la même hauteur qu'en 1755, il arriverait que les eaux d'inondation ne pouvant plus s'étendre dans la plaine, et obligées de passer dans l'espace resserré compris entre la chaussée du chemin de fer et les murs d'Avignon, s'y élèveraient plus qu'elles ne l'auraient fait, si ce chemin avait été établi au niveau de la plaine, et qu'ainsi la ville d'Avignon se trouverait dans une situation plus fâcheuse que celle où elle est dans ce moment. D'un autre côté, l'écoulement des eaux de la plaine serait arrêté, et les communications entre les propriétés riveraines se trouveraient interrompues par la chaussée du chemin de fer. J'ai donc pensé qu'il convenait de se borner à établir ce chemin dans la plaine d'Avignon à peu près au niveau du sol de cette plaine, car il résulte des renseignements qui m'ont été donnés par M. Bouvier, ingénieur en chef de Vaucluse, que la route royale à la sortie d'Avignon, vers la porte Limbert, n'a été couverte d'eau dans une période de trente-trois ans qu'en 1801, 1810 et 1827, de sorte qu'en tenant le chemin en face d'Avignon, à la hauteur de ce point, il ne serait interrompu moyennement qu'une fois tous les dix ans; d'un autre côté, il résulte d'une série d'observations faites au canal de Beaucaire, et qui peuvent s'appliquer également à la plaine d'Avignon, que la durée de cette interruption ne serait pas de plus d'un jour; enfin je ferai remarquer que si, comme on en a le projet, la plaine et la ville d'Avignon était mises à l'abri des

inondations au moyen d'une digue insubmersible, le chemin de fer, dont les concessionnaires seraient alors appelés à contribuer aux travaux de cette digue dans la proportion de l'intérêt qu'ils en retireraient; ce chemin, dis-je, serait alors complétement garanti.

D'après toutes ces considérations, le second système de pentes, celui que l'on a adopté, est combiné de manière à établir le chemin de fer dans la plaine d'Avignon, jusqu'au pied de la rampe qui aboutit au pont de la Durance, à peu près au niveau du terrain naturel, sur une pente de 0m.00055 par mètre, au moyen de quoi il sera élevé moyennement de 5m.50 au-dessus de l'étiage du Rhône, et se trouvera à la cote 19m.30 en face de la porte Limbert à Avignon, c'est-à-dire à 0m.24 au-dessus du point qui, d'après ce que l'onvient de voir, n'est couvert d'eau qu'une fois tous les dix ans.

En disposant ainsi le chemin de fer, on économise un cube de remblais de 180,688 mètres, et l'on n'est plus obligé de se tenir éloigné de la ville d'Avignon que de la distance nécessaire pour l'établissement de la rampe au moyen laquelle la route royale pourra franchir le chemin de fer sur un viaduc.

Quant à l'inclinaison de la rampe qui précède le passage de la Durance, elle a été fixée à 0m.0025 par mètre, de manière que la cote du chemin de fer à la traverséede cette rivière est de 23m.05, ce qui porte son élévation au-dessus de l'étiage à 7m.62.

IIIe SECTION[1].

DEPUIS LA DURANCE JUSQU'À MARSELLE, À L'ANSE DE LA JOLIETE, SUR UNE LONGUEUR DE 114,927m.50.

Dispositions générales du terrain entre la Durance et Marseille; indication des divers tracés étudiés entre ces deux points.

Le bassin de la Durance est séparé de celui de Marseille par deux grandes chaînes de montagnes entre lesquelles se trouve la vallée de l'Arc.

La première de ces chaînes longe la vallée de la Durance et se divise en deux branches à la hauteur de Venelles, où la Touloubre prend sa source. L'une de ces branches continue à border la vallée de la Durance jusqu'au-dessous

[1] Les détails de cette partie du tracé sont contenus :

1° Dans les cartes, depuis le n° 27 jusqu'au n° 39 inclusivement, atlas n° 2 ;

2° Dans les profils en long, depuis le n° 37 jusqu'au n° 41 inclusivement, registre n° 7;

3° Dans les profils en long supplémentaires, depuis le n° 9 jusqu'au n° 12 inclusivement, registre n° 8 ;

4° Dans les profils en travers, registre n° 12.

d'Orgon, où elle vient joindre la montagne des Alpines, cette branche présente une interruption à Lamanon, où la plaine de la Crau se réunit à celle de la Durance, et où passe le canal de Craponne. La seconde branche de cette première chaîne de montagnes sépare la vallée de la Touloubre de celle de l'Arc, et se prolonge jusqu'à Saint-Chamas.

La seconde chaîne de montagnes longe la rive gauche de l'Arc jusqu'à l'étang de Berre, domine et enveloppe le territoire de Marseille en se prolongeant le long de la mer jusqu'à Bouc. Le revers de cette chaîne présente aux Pennes une bifurcation dont une des branches se dirige le long de l'étang de Vaine, jusqu'à Berre, et dont l'autre passe derrière Gignac, Châteauneuf et les Martigues en laissant, entre elle et les étangs de Berre et de Bolmont, une petite plaine qui s'étend depuis les Pennes jusque près des Martigues.

Cette description des localités, tout imparfaite qu'elle est, fait déjà pressentir les difficultés qu'a dû offrir le tracé du chemin de fer entre la Durance et Marseille, puisqu'il fallait de toute nécessité traverser ou l'une ou les deux chaînes de montagnes dont on vient de parler, à moins qu'il ne fût possible de longer la mer depuis Bouc; mais, au reste, l'on a bientôt reconnu qu'il n'y avait que trois tracés que l'on pût raisonnablement étudier pour arriver à Marseille.

Le premier de ces tracés consiste à s'établir dans la plaine de la rive gauche de la Durance, à passer par Arles et le long du canal de Bouc, à gagner ensuite les Martigues, et à remonter jusqu'au delà de Gignac pour venir traverser en souterrain la chaîne de montagne qui sépare le bassin de l'étang de Berre de celui de Marseille, et arriver dans cette ville par la vallée des Aigalades.

Par le deuxième tracé, on remonte la vallée de la Durance sur la rive gauche, on passe dans la coupure naturelle de Lamanon et par Salon, pour venir ensuite à Aix, d'où l'on se dirige le long de la rive droite de l'Arc jusqu'en face de Fuveau. Là on traverse cette rivière pour venir passer en souterrain la chaîne de montagnes de l'Étoile et arriver à Marseille en s'établissant dans la vallée de l'Heuvaune.

Enfin le troisième tracé, établi d'abord suivant la même direction que le premier jusqu'à l'étang de Caronte, derrière le port de Bouc, traverse cet étang sur les salines et se développe ensuite le long des bords de la mer jusqu'à Séon, pour passer de là dans le vallon des Aigalades et arriver à Marseille comme dans le premier tracé.

De ces trois tracés, les deuxième et troisième offriraient pour l'établisse-

ment du chemin de fer les plus grandes difficultés et entraîneraient dans des dépenses énormes, comme on le verra par la description qui sera donnée de ces deux derniers tracés dans le 8e chapitre de ce mémoire. En conséquence j'ai donné la préférence au premier, dont je vais faire connaître les diverses parties.

De la Durance à Arles.

Tout le terrain compris entre la Montagnette et les Alpines, et qui s'étend depuis la Durance jusqu'à Arles, présente une vaste plaine légèrement inclinée du nord au sud, assez basse, et garantie des inondations de la Durance et du Rhône par les levées insubmersibles en terre établies à une certaine distance des bords de ces rivières.

L'on avait d'abord tracé le chemin de fer dans cette plaine sur trois alignements raccordés par des courbes de 4,000 mètres de rayon en passant contre Graveson, et en se dirigeant ensuite de manière à se trouver toujours derrière les levées insubmersibles du Rhône, et à passer au pied du mamelon de rochers qui touche les murs d'Arles à 450 mètres de distance de l'enceinte de cette ville, dont on ne pouvait s'approcher davantage qu'en traversant ce mamelon en souterrain ou en tranchée; mais comme ce tracé passait à une trop grande distance de Tarascon, on a cru devoir le modifier de manière à le rapprocher davantage de cette ville, en lui faisant faire un crochet, ce qui oblige alors, pour la partie au-dessous de Tarascon, à établir le chemin de fer entre le Rhône et la digue en terre, et à déplacer celle-ci pour la reporter extérieurement au tracé, et garantir ainsi le chemin des inondations du fleuve.

Quant aux pentes de cette partie du tracé, après avoir traversé la Durance à la cote 23m.05, et avoir ensuite descendu avec une pente de 0m.0025 jusqu'au sol de la rive gauche, l'on s'est constamment maintenu jusqu'à Arles à peu près au niveau de la plaine, en en suivant les déclivités, de manière à arriver au passage de la Robine-du-Roi, près d'Arles, à 5 mètres au-dessus de la mer.

On a dû projeter à Tarascon un embranchement aboutissant au Rhône et destiné à recevoir et faire arriver sur la ligne principale les marchandises sortant du canal de Beaucaire. L'on ne pouvait diriger cet embranchement en face ou au-dessous de l'embouchure du canal, parce que l'île qui sépare les deux bras du fleuve dans cette partie de son cours se prolonge fort loin en aval, et que le bras gauche n'est navigable en étiage qu'à la queue de cette île. Il a donc fallu faire arriver l'embranchement au Rhône un peu au-dessus

de Tarascon, en un point où son cours est fixé et présente une profondeur suffisante d'eau pour l'abordage des bateaux sortant du canal de Beaucaire.

Un second embranchement sur le Rhône a été également projeté à Arles pour recevoir et faire arriver sur le chemin de fer les marchandises qui viendraient par le Rhône jusqu'à cette ville.

D'Arles à la gare du Plan-d'Aren.

Immédiatement au-dessous de la ville d'Arles, on trouve les marais à travers lesquels a été établi le canal d'Arles à Bouc, dont le tracé jusqu'à Beyne suit les contours que forment les canaux de la Vidange et du Viguerat autour des pointes de la partie de la Crau qui embrasse les marais de Meyrane, mais à partir de Beyne le canal présente de beaux alignements jusqu'à la gare du Plan-d'Aren.

L'ouverture de ce canal a produit un excès de déblais qui a été employé à faire, à côté des chemins de halage, des levées dont la hauteur est assez régulière et dont la largeur, subordonnée à la quantité des déblais disponibles, a cependant presque partout de 6 à 7 mètres. Il était donc naturel de se servir de l'une de ces levées pour y établir le chemin de fer ; en conséquence voici le tracé qui a été projeté entre Arles et la gare du Plan-d'Aren.

Comme l'on ne pouvait suivre le tracé sinueux que présente le canal entre Arles et Beyne, l'on a pris le parti, après avoir passé sur des ponts les canaux du Viguerat, et de la Vidange et le canal de Craponne sur un siphon, de traverser en tranchée les deux pointes de la Crau dont il a été parlé ci-dessus, en s'y développant avec des courbes de 3,000 mètres de rayon, afin de diminuer la hauteur de ces tranchées, et en s'établissant en levée contre le Viguerat, dans les marais compris entre les deux pointes susdésignées. L'on est arrivé de cette manière à la courbe de Beyne, sur la levée gauche du canal de Bouc, que l'on a empruntée à partir de ce point pour y établir le chemin de fer, jusqu'à la gare du Plan-d'Aren, en élargissant les parties de cette levée qui sont trop étroites, en en régularisant les pentes et en augmentant les rayons de quelques courbes. On traverse l'étang du Galejon sur un pont fixe, et le canal de la gare du Plan-d'Aren, destiné au service d'un établissement industriel, sur un pont-levis.

Quant à la disposition des pentes, on a maintenu le chemin de fer de niveau à la cote 5 depuis la Robine-du-Roi jusqu'à Beyne, après quoi on est descendu par des pentes très-faibles jusqu'à la gare du Plan-d'Aren, où l'on est arrivé à $2^{m}.58$ seulement au-dessus de la mer.

De la gare du Plan-d'Aren à Marseille.

A peu de distance de la gare du Plan-d'Aren, se présente la montagne qui longe la rive droite de l'étang de Caronte, en se prolongeant jusqu'à Bouc, et en laissant entre elle et cet étang un terrain mamelonné et fort tourmenté dont l'étendue va en diminuant jusqu'aux Martigues. Là l'étang de Caronte se joint à celui de Berre dont les eaux baignent d'abord sur la rive gauche le pied de la chaîne de montagne qui sépare le bassin des Martigues de celui de Marseille. Cette chaîne, en s'éloignant ensuite peu à peu du bord de l'étang de Berre, laisse entre elle et cet étang une plaine dont la largeur va en augmentant jusqu'en face de Marignane, et diminue ensuite jusqu'aux Pennes, où la montagne vient fermer cette plaine en se retournant pour longer l'étang de Vaine.

Il résulte de cette disposition des localités, qu'à moins de passer, comme on l'a dit, l'étang de Caronte derrière le port de Bouc et de se développer ensuite le long du littoral jusqu'à Marseille; tracé qui, comme on le verra, au chapitre VIII, offrirait les plus grandes difficultés, il faut, pour arriver à cette ville en passant par les Martigues, traverser en souterrain la chaîne de montagnes dont on vient de parler. Le versant de cette chaîne du côté de la mer qui est fort abrupte, est suivi de la plaine très-pentive et fort tourmentée de Séon, laquelle est séparée par la route royale n° 8 du vallon des Aigalades, par où il faut de toute nécessité arriver à Marseille. Voici au reste le tracé qu'on a cru devoir adopter définitivement dans cette localité difficile.

Comme l'on devait traverser l'étang de Caronte, il fallait d'abord fixer la position du pont à construire sur cet étang, en cherchant à le passer dans le point où il offre le moins de largeur. Or ce point se trouve à environ 1,100 mètres en aval des Martigues et presque immédiatement au-dessous des Bourdigues. Quant à la hauteur du pont, elle a été fixée à 12 mètres au-dessus de la mer, de manière à n'avoir pas besoin de partie mobile pour laisser passer les bâtiments.

La position et la hauteur de la traversée de l'étang de Caronte ayant été ainsi arrêtées, on avait d'abord monté immédiatement après la gare du Plan-d'Aren avec une rampe de 0^{m}.004 jusqu'à ce que le chemin de fer fût parvenu à la hauteur de 12 mètres, fixée ci-dessus pour le pont à construire sur cet étang, en continuant à établir le tracé le long du canal d'Arles à Bouc jusqu'au point où commence la dernière courbe de ce canal et en se dirigeant ensuite vers les Martigues, après avoir franchi en coupure la crête de la montagne; mais l'on a reconnu que l'on pouvait et que l'on devait réduire

la rampe précédente à 0m.003, puisqu'il n'en résultait qu'une faible augme tation de hauteur dans la coupure.

Le tracé se développe ensuite le long du coteau en se maintenant de nive jusqu'après le passage de l'étang de Caronte, au point désigné ci-dessu après quoi l'on passe en levée d'abord, puis en coupure sur la rive gauc de cet étang, derrière les Martigues; l'on se développe dans l'espace f resserré compris entre le pied de la montagne et l'étang de Berre, et l arrive enfin sur la plaine qui s'étend jusqu'aux Pennes, et où l'on a établi chemin de fer avec assez de facilité jusqu'au hameau de Rebuty, en passa au-dessous de Châteauneuf et derrière Gignac.

Immédiatement après le hameau de Rebuty, on trouve le vallon de Cloche, dans lequel on a replié le tracé pour venir traverser en souterrain chaine de montagnes qui domine le territoire de Marseille et le sépare de ce bordant l'étang de Berre. Ce souterrain, dont la longueur est de 3,640 mètr est dirigé sous le hameau de la Nerthe et débouche dans le Vallat des Ria où le chemin de fer est ensuite établi dans les rochers escarpés qui borde ce torrent et qui sont suivis de trois ravins profonds que l'on traverse des murs percés d'arcades; après quoi l'on trouve le contre-fort de la M jarde que l'on passe en tranchée derrière le village de Séon-Saint-Henri, les ravins de Palluque, des Pradoux et de Mirabeau, que l'on franchit sur d levées traversées par des ponts; enfin l'on arrive au coteau de Saint-Louis, q l'on traverse, ainsi que la route royale n° 8, au moyen d'un souterrain de 6 mètres de longueur, débouchant dans le vallon des Aigalades. L'on contou ensuite ce vallon en s'y établissant généralement en levée, et en coupant pointes de deux contre-forts que l'on rencontre et qui fourniront une partie terres nécessaires pour l'exécution des remblais. L'on arrive ainsi à Marseille, pied du coteau et à l'entrée du faubourg Saint-Lazare, près le bureau de l'octr où l'on traverse sous un viaduc la route royale, en l'exhaussant de 2m.20 po venir gagner une dépression de terrain que l'on trouve au-dessous de cet route et traverser ensuite en souterrain, sur une longueur de 300 mètres, mamelon de rochers qui précède l'anse de la Joliette, où l'on arrive enfin à hauteur de 11m.05 au-dessus de la mer.

Indépendamment de cette arrivée du chemin de fer sur le bord de la mer à Marseille, destinée pour les marchandises, l'on a projeté pour les voyageurs un embranchement qui aboutit à la place Pentagone, où l'on trouvera l'étendue de terrain nécessaire pour l'établissement des bureaux, magasins,

ateliers de réparations et autres constructions que nécessitera l'exploitation de cette nouvelle voie de communication.

On ajoutera que, quoiqu'on ait terminé le chemin de fer à l'anse de la Joliette, il serait possible et même facile de le prolonger le long de la mer, au devant de la vieille ville de Marseille, jusqu'au port où l'on arriverait près du bâtiment de l'administration de la santé, en passant dans les fossés du fort Saint-Jean.

Quant aux pentes et rampes de cette dernière partie du tracé, l'on a déjà dit qu'on traversait l'étang de Caronte en aval des Martigues, à 12 mètres au-dessus de la mer. L'on monte ensuite, à partir de ce point, d'abord avec une rampe de de 0m.003314 que l'on pourra, sans augmenter beaucoup les terrassements, réduire à 0m.003, puis avec une seconde rampe de 0m.0000235 et enfin avec une rampe de 0m.005 sur 12,493 mètres jusqu'à l'entrée du souterrain où l'on arrive à la cote 83m.98 sur un palier de niveau de 411 mètres de longueur que l'on établit à cette hauteur; l'on descend ensuite sur toute la longueur du souterrain de la Nerthe et sur le reste du tracé jusqu'à la traversée de la route royale, au bureau de l'octroi de Marseille, avec une pente de 0m.005 par mètre sur un développement de 14,030 mètres, de manière que la cote du chemin de fer à l'extrémité de cette pente, est de 13m.63; enfin depuis ce dernier point jusqu'à l'anse de la Joliette on continue à descendre avec une pente de 0m.003295.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

SUR LES COURBES ET LES PENTES DU TRACÉ.

Tableaux des pentes et des courbes du chemin.

Les détails des diverses parties du tracé dont on vient de donner la description ont été résumés dans deux tableaux, placés sous les nos 1 et 2, à la fin de ce mémoire. Dans le premier de ces tableaux, l'on trouve le nombre et les longueurs des parties horizontales, des pentes et des rampes, ainsi que les inclinaisons de ces dernières. Le second contient le nombre et les longueurs des parties droites et des courbes du chemin ainsi que les rayons de ces courbes.

Courbes.

Par suite du désir de réduire autant que possible la dépense de l'établissement du chemin de fer, le tracé présenté offre un assez grand nombre de courbes dont le rayon est de 500 mètres, ou compris entre 500 et

1,000 mètres; mais un examen attentif des localités et des profils des parties de chemin où se trouvent ces courbes, fait reconnaître qu'on peut réduire le nombre de celles de 500 mètres à quatre, ayant ensemble 1,581 mètres de longueur, et placées à Vienne, Saint-Vallier et Valence, où il n'y aura aucun inconvénient à les employer, puisque la marche des machines devra être ralentie à l'approche de ces points de stationnement. Il est d'ailleurs facile de voir qu'il sera possible, ainsi qu'on l'a observé dans le tableau des courbes n° 2, d'augmenter généralement les rayons des courbes du tracé proposé, sans qu'il en résulte un grand excédent de dépenses.

Pentes. Quant aux pentes, l'on observera que si la rive gauche du Rhône n'avait pas présenté de grandes irrégularités dans le relief du sol, et des rivières considérables à traverser, on aurait dû chercher à établir le chemin de fer depuis Lyon jusqu'à la mer sur une pente générale à peu près égale à celle du fleuve; mais la disposition du terrain n'a pas permis d'arriver à cette perfection. Obligé souvent de passer des plaines basses sur des plateaux élevés ou sur des coteaux escarpés bordant le Rhône; et de se tenir au passage des torrents et rivières à une hauteur suffisante pour pouvoir les traverser sur des ponts, l'on ne pouvait, dans ces localités, éviter les pentes et contre-pentes. Toutefois, ces déclivités sont généralement très-faibles; car sur toutes la longueur, depuis Lyon jusques un peu au delà des Martigues, l'on ne trouve que 19,385 mètres qui aient $0^{m}.003$ de pente par mètre, et tout porte à croire (d'après les calculs, sous le n° 18 placés à fin de ce mémoire), qu'il y aura de l'avantage à réduire cette pente *maxima* à celle de $0^{m}.0025$, parce que l'augmentation des dépenses de construction qui résultera de cette réduction sera compensée par la diminution qu'on obtiendra dans les frais d'exploitation du chemin. Il sera d'ailleurs facile, lors de l'exécution, de mieux régulariser les pentes en les multipliant moins, sans qu'il en résulte une augmentation de dépense notable.

Dans la partie du chemin de fer, entre les Martigues et Marseille, il a fallu, pour réduire autant que possible la longueur du souterrain de la Nerthe, monter d'abord jusqu'à l'entrée de ce souterrain avec une rampe de $0^{m}.005$ sur 12,493 mètres de longueur, et descendre ensuite avec la même pente sur une longueur de 14,030 mètres jusqu'à Marseille, à l'entrée du faubourg Saint-Lazare; mais ces pentes n'auront aucune influence pour diminuer la charge à donner aux convois, parce qu'on emploiera le secours

ou d'une machine de renfort, ou d'une machine plus forte pour les monter, et que le calcul, d'accord avec le raisonnement, démontre qu'il y aura de l'avantage à faire usage de pareilles machines sur ces rampes qui, par leur réunion sur un seul point du chemin, se trouvent d'ailleurs favorablement disposées pour l'emploi de ce système.

Ainsi donc, c'est seulement d'après le taux des plus fortes rampes du chemin, entre Lyon et les Martigues, qui est de $0^{m}.003$ et qui, comme on l'a dit, pourra être réduit avec avantage à $0^{m}.0025$, que devra être réglée la charge des convois à faire traîner aux machines. (Voir les calculs sous le n° 14.)

CHAPITRE II.

INDICATION DES DIMENSIONS ET DISPOSITIONS GÉNÉRALES DU CHEMIN DE FER ET DES PRINCIPAUX OUVRAGES D'ART.

DIMENSIONS ET DISPOSITIONS GÉNÉRALES DU CHEMIN [1].

Nombre des voies.

Le chemin de fer sera partout à deux voies, ce qui est indispensable dans une communication aussi importante que celle de Paris à Marseille, et surtout si, comme en Angleterre, le chemin est livré à la libre circulation, avec les conditions restrictives nécessaires pour prévenir les inconvénients et les entraves que pourrait faire naître ce système de liberté.

Gares d'évitement.

Indépendamment de ces deux voies et des triples ou quadruples voies qui seront établies aux points de départ et d'arrivée et sur divers autres points où l'on stationnera, il sera pratiqué entre Lyon et Marseille 175 gares d'évitement ayant chacune 200 mètres de développement au moins, et qui seront placées en dehors des voies et alternativement pour chaque voie.

On a compté pour ces gares et toutes ces voies supplémentaires 1/10 de la longueur du chemin en sus.

Largeur des voies.

La largeur de chaque voie sera de $1^{m}.50$ mesurés entre les axes des rails; c'est celle adoptée généralement en Angleterre et en France, et qui paraît convenir le mieux pour les wagons et les voitures de transport des voyageurs.

Largeur de l'entrevoie.

L'espace entre les deux voies ou l'entre-voie, varie de $0^{m}.95$ à $1^{m}.98$ dans les différents chemins de fer exécutés jusqu'à ce jour, tant en France qu'en Angleterre; je propose d'adopter pour le chemin de fer de Lyon à Marseille la largeur de $1^{m}.50$ comme au chemin de Liverpool à Manchester. Cette entre-voie me paraît satisfaire à tous les besoins; car en supposant que, comme dans les derniers bils anglais, on fixe le maximum de la saillie des chargements

[1] Les profils en travers du chemin de fer, dans ses diverses situations, sont réunis dans la feuille n° 12 de l'atlas, n° 3.

au delà du filet de roues à 0m.60, il resterait encore une largeur de 0m.41 entre les chargements des voitures qui se croiseraient sur le chemin. Je dois d'ailleurs faire remarquer que dans le chemin de fer de Leeds à Selby, où pour la première fois l'on a donné jusqu'à 1m.98 à l'entre-voie, l'on s'est pourtant borné à la largeur de 1m.50 dans le souterrain de Leeds, ce qui implique contradiction; car si cette dernière largeur est suffisante, on ne voit pas pourquoi on a augmenté cette largeur dans les parties à ciel ouvert. Dans tous les cas, le chemin de fer dont il s'agit ici devant être ouvert sur d'assez grandes longueurs dans le rocher et exigeant la construction de nombreux ouvrages d'art fort considérables, tels que les ponts sur la Saône, le Rhône, l'Isère, la Drôme, la Durance et l'étang de Caronte, il importe de réduire la largeur de ces ponts et conséquemment celle du chemin à ce qui est raisonnablement nécessaire pour ne pas être entraîné dans de grandes dépenses en pure perte.

Largeur de l'accottement.

La largeur entre le rail extérieur de chaque voie et l'arête du chemin a été fixée à 1 mètre dans les grandes tranchées où le terrain est résistant, dans les rochers et dans les souterrains, y compris la cunette de 0m.20, pratiquée dans ces derniers pour l'écoulement des eaux. On a également fixé à 1 mètre la largeur entre le rail extérieur de chaque voie et le parapet dans les parties soutenues ou bordées par des murs et sur les ponts; enfin l'on a porté la largeur des accottements à 1m.50 dans les parties en plaine, à mi-coteau et en levées, parce que dans ces dernières, et surtout dans les levées, les eaux et le tassement des terres dont la durée est assez longue détruisent les arêtes des routes et en diminuent constamment la largeur, et parce que d'ailleurs, dans les hautes levées, il convient d'avoir une largeur suffisante pour pouvoir établir sur le bord du chemin, s'il est nécessaire, un bourlet de 0m.50.

Largeur totale du chemin.

Il résulte de ces dimensions partielles, que le chemin de fer aura 7m.50 de largeur dans les parties en plaine, à mi-coteau, et en levée, et 6m.50 dans les grandes tranchées, les rochers, les souterrains, sur les ponts et entre les parapets des parties soutenues ou bordées par des murs.

Fossés et rigoles.

Les fossés pour l'écoulement des eaux ont été portés à 1m. 50 en gueule dans les parties en plaine et à mi-coteau, et à 1m.20 dans les grandes tranchées en terre pour conserver une risberme de 0m.30 au pied des talus de ces tran-

chées. Dans les rochers, l'on a projeté une rigole de $0^m.50$ de largeur seulement, et dans les souterrains, une cunette de $0^m.20$. Quant à la manière de procurer l'écoulement des eaux sur les ponts, on propose d'établir, suivant une suite de courbes concaves transversales, les voies, l'entre-voie et les espaces compris entre les rails extérieurs et les parapets, ainsi que cela se pratique actuellement en Angleterre, et d'augmenter la flèche de ces courbes à partir des culées ou des piles jusqu'au milieu des arches, de manière à ramener en ce dernier point toutes les eaux qui s'échapperont ensuite par des tuyaux en fonte traversant le sommet des voûtes.

Rails, chairs et dez.

Quant aux rails, chairs et dez en pierre, l'on a porté dans les évaluations le poids du mètre courant de rails en fer forgé à 20 kilogrammes et celui d'un chair en fonte moyennement à 7 kilogrammes, et l'on a donné aux dez en pierre $0^m.60$ en carré, sur $0^m.30$ d'épaisseur. Ce sont les poids et les dimensions qui ont été adoptés dans le chemin de fer de Leeds à Selby, et qui conviennent pour l'emploi des machines locomotives de moyenne force, pesant 8 tonnes. Les coins destinés à serrer les rails dans les chairs ont été supposés en fer, quoique les coins en bois fussent peut-être préférables, malgré la détérioration dont ils sont susceptibles, à cause de l'élasticité de cette matière, qui permet de les enfoncer entre les rails et les chairs, sans risquer de faire éclater les joues de ces derniers.

Observation sur l'empierrement.

Dans les chemins de fer qui s'exécutent dans ce moment en Angleterre, on établit sur toute leur surface un empierrement, comme dans les routes ordinaires. J'ai cru pouvoir me dispenser d'employer ce mode de consolidation de la surface dans le chemin de fer de Lyon à Marseille, parce que ce dernier est assis sur un sol ou des remblais en gravier excellents, ou sur des débris d'escarpements dont les tassements seront peu considérables et de courte durée.

DIMENSIONS ET DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES OUVRAGES D'ART [1].

Division des ouvrages d'art.

Les ouvrages d'art qu'exige l'établissement du chemin de fer de Lyon à Marseille sont fort nombreux. Ils se divisent comme il suit :

1° Souterrains;

[1] Les projets des ouvrages d'art sont réunis dans l'atlas n° 3, depuis la feuille n° 13 jusqu'à celle n° 30 inclusivement.

2° Ponts, ponceaux, aqueducs et siphons sur les cours d'eau, ravins et torrents;

3° Viaducs, ou ponts de communication pour les routes, et ponts aqueducs;

4° Murs de soutenement et perrés;

5° Enfin, ouvrages divers.

1° SOUTERRAINS.

Nombre et dimensions des souterrains.

Le nombre des souterrains est de quatre, qui ont ensemble une longueur de 6,489 mètres, savoir :

Souterrain de Saint-Irénée, à Lyon	1,933 mètres
——— de la Nerthe	3,640
——— de Saint-Louis	616
——— de Saint-Lazare, à Marseille	300
TOTAL, comme ci-dessus	6,489

Les trois derniers souterrains sont ouverts dans le rocher, et conséquemment l'on n'a pas supposé qu'il fallût les voûter. Quant au souterrain de Saint-Irénée, quoiqu'on n'ait pas constaté par des sondes la nature du terrain que l'on pourra rencontrer, l'on a lieu de croire que l'on se trouvera dans la couche de poudingue, ou dans le gravier au-dessous de cette couche. Quoi qu'il en soit, l'on a supposé qu'il faudra voûter ce dernier souterrain sur toute sa longueur. Je dois d'ailleurs observer que, dans la longueur des souterrains indiquée ci-dessus, l'on n'a pas compris celle des petits percés à faire dans les rochers entre Lyon et Vienne et dans la pointe du coteau de l'Hermitage, et qui rentrent dans la classe des escarpements ordinaires.

La hauteur des souterrains, sous clefs, a été fixée à $5^{m}.20$, dont $1^{m}.85$ pour les pieds-droits et $3^{m}.35$ pour le rayon de la voûte qui a $6^{m}.70$ de largeur au niveau des naissances, à cause du talus de $0^{m}.10$ que l'on donne à chaque pied-droit. Cette hauteur permettra aux machines locomotives de passer avec facilité dans les souterrains dont la hauteur correspondant au milieu de chaque voie sera de $4^{m}.85$, tandis que celle des machines jusqu'au haut de la cheminée n'est que de $3^{m}.90$ à 4 mètres.

2° PONTS, PONCEAUX, AQUEDUCS ET SIPHONS.

PONTS.

Nombre des ponts, ponceaux et aqueducs.

Les ponts, ponceaux et aqueducs à construire sur les rivières, ruisseaux, torrents et ravins que traverse le chemin de fer, et pour l'écoulement des eaux pluviales, sont au nombre de 325, dont 24 à plusieurs arches, 44 à une seule arche dont l'ouverture varie de 20 mètres à 4 mètres, et enfin 257 ponceaux et aqueducs dont l'ouverture varie de 4 mètres à 0m.80; l'emplacement et l'ouverture de chacun de ces ponts sont indiqués dans le tableau suivant :

INDICATION DES RIVIÈRES, RUISSEAUX, TORRENTS ET RAVINS.	NOMBRE des PONTS.	NOMBRE des ARCHES de chaque pont.	OUVERTURE de la totalité des arches.
1° PONTS DE PLUSIEURS ARCHES.			
La Saône	1	5	110m
Le Rhône	1	9	198
La Gère	1	3	30
La Varaize	1	3	21
Le Dolon et la Salaize réunis	1	4	28
Le torrent de Bancel	1	3	33
La Galaure	1	3	33
L'Isère	1	7	140
La Véoure	1	2	14
La Drôme	1	7	84
Les torrents de Lolagnier et de Theysonne réunis	1	3	27
Le torrent de Blaumard	1	3	18
Le Roubion	1	6	60
Le torrent de la Riaille	1	3	24
Le Lez	1	3	36
L'Aigues	1	8	64
L'Ouvèze	1	3	36
La Durance	1	17	340
Le Viguerat	2	4	32
La Vidange	2	3	20
L'étang du Galéjon	1	7	47
L'étang de Caronte	1	19	228
NOMBRE TOTAL de ces ponts	24	"	"

INDICATION DES RIVIÈRES, RUISSEAUX, TORRENTS ET RAVINS.	NOMBRE des PONTS.	OUVERTURE de l'arche.
2° PONTS D'UNE SEULE ARCHE, DE 20 À 4 MÈTRES D'OUVERTURE.		
Trois ravins à la sortie du souterrain de la Nerthe	3	20m
Torrent du Valadas	1	12
L'Ozon, le Leveau, le Saluant, la Berre et quatre ravins entre les Martigues et Marseille	8	10
La Figerasse et Espluche réunis	1	9
La Maine et six ravins entre les Martigues et Marseille	7	8
Dérivation de l'Ozon, ruisseau des Eaux-Claires et torrent de Croze	3	7
Torrent de Ponsas, décharge de la Véoure, la Burge, l'Aine, les ravins du Grand-Creux, de l'Assassin et de la Croix-Rouge, et le Lauzon	8	6
Ravins du Petit-Creux et de la Fontaine, ruisseau de Versailles, et dix ravins entre les Martigues et Marseille	13	5
NOMBRE TOTAL de ces ponts	44	"
3° PONCEAUX DE 4 MÈTRES ET AU-DESSOUS, AQUEDUCS.		
Ruisseaux de Feysin, des Eaux-Troubles, des Rioux, canal de Pierrelatte et Robinette de Tarascon	5	4
Trois ruisseaux dans la plaine de Vaize, huit écoulements d'eau entre Lyon et Vienne, dérivation de la Galaure, ruisseaux de Gervand et de l'Éparvière, ravins de Derbière, de Bontemps, des Riailles, de l'Armagnac, de Maldary, de Serre-Pointu et de Malmouche, robine de Morière, la Durançole et les robines du Roi, du Viage, de Poride et de Meyrane	27	3
Vingt-cinq écoulements d'eau entre Lyon et Saint-Rambert, deux ravins à la suite de la plaine de Saint-Vallier, ravin des Bordas, ruisseau du Gouté et ravins de l'Ermitage, îône du Rhône, canal d'usine à Valence, canal de secours de la Véoure, canal d'arrosage après la Drôme, ruisseaux de la Limite, des Tourettes et de Neffe; égouts de Fenouillet, ravins de Tête-Noire et du chemin du Port, ruisseau de Meyrol, canal du moulin de Château-Neuf, torrent de Ponsonnière, ravin du Petit-Valadas, canal d'arrosage après Louvèze, et enfin quarante écoulements d'eau ou rigoles de desséchement entre la Durance et Marseille	86	2
Ruisseaux de la Rochette, quatre ravins de Pierre-Aiguille, trois canaux à Valence, et robine de la plaine d'Avignon	9	1 50c
Écoulements des eaux pluviales et d'arrosage, rigoles de desséchement de petits ravins entre Saint-Rambert et la Durance	130	1
NOMBRE TOTAL de ces ponts et aqueducs	257	"

Nature de la construction des ponts.

Les ponts de plusieurs arches, à l'exception de ceux sur la Varaize, le Dolon, le Viguérat, la Vidange et l'étang de Galéjon, ont été projetés, les uns en pierre et les autres en fonte et fer. Ils ont donné occasion à mes collaborateurs, MM. Garella et de Montricher, et surtout à ce dernier, de développer un talent remarquable et une grande facilité de composition. Toutefois je dois faire observer que, malgré les soins apportés par ces ingénieurs dans la rédaction de ces projets, on ne doit les cousidérer que comme des éléments propres à conduire à des évaluations approximatives.

Ponts en fonte et en fer.

Les ponts en fonte et fer ont été conçus de manière à placer la surface du chemin de fer à une très-faible hauteur au-dessus des grandes eaux des rivières ou torrents sur lesquels ils sont établis, et à diminuer ainsi, le plus qu'il était possible, les remblais et pentes des abords de ces ponts; en conséquence chaque travée est composée de trois fermes formées de pièces juxta-posées horizontalement. Ces fermes, dont celle du milieu divise en deux parties la largeur du chemin de fer, servent en même temps de garde-corps. Mais au reste la composition de ces ponts exigeant l'emploi d'une assez grande masse de fonte et de fer, et par suite des dépenses assez considérables, ces dépenses n'augmenteraient pas sensiblement, si on leur substituait des ponts en pierre, disposés de manière à ne pas exiger un grand surcroît de remblai aux abords de ces ouvrages. on peut donc adopter, dans les évaluations, les prix portés pour ces ponts, sans craindre de se trouver beaucoup au-dessous des dépenses réelles qui auraient lieu si l'on modifiait le système de composition de ces ouvrages.

Débouchés des ponts.

Les débouchés de tous ces ponts ont été fixés, soit d'après ceux des ouvrages semblables existant sur les mêmes cours d'eau, soit d'après ceux adoptés dans le projet du canal latéral au Rhône, qui nous a été encore d'un grand secours pour la rédaction des projets de ces ponts.

Fondations des ponts.

Comme les rivières et torrents sur lesquels ces ponts sont établis (à l'exception de l'Ouvèze et de l'étang de Caronte) présentent un fond de gravier, les culées et les piles y ont été fondées sur un massif de béton encaissé, ou par des pieux jointifs, ou par des vannages en pieux et palplanches. Quant au pont sur l'Ouvèze, dont le lit est formé d'une couche peu épaisse de gravier recouvrant une argile indéfinie, il a été établi, comme celui actuellement en construction, sur un grillage porté par des pilots, et enveloppé d'une enceinte en palplanches;

enfin comme l'on ne trouve l'argile un peu dure dans l'emplacement où doit être construit le pont sur l'étang de Caronte, qu'à 8 ou 10 mètres de profondeur au-dessous de la basse mer, cet ouvrage a été également établi sur un grillage porté par des pilots garnis par des enrochements dans les intervalles qu'ils laissent entre eux.

Quant aux autres ponts, ponceaux et aqueducs indiqués dans le tableau précédent, les évaluations en ont été faites, soit approximativement, soit, pour la plupart, d'après les projets qui en ont été esquissés par M. Montricher.

SIPHONS.

Nombre des siphons.

Par suite de la disposition du tracé, il arrive quelquefois que le chemin de fer se trouve au niveau ou même au-dessous de certains cours d'eau que l'on ne peut alors faire passer sous le chemin qu'au moyen de syphons. Cette circonstance se présente au passage du ruisseau de l'île Beaune, de deux canaux à Valence, du canal Crillon, des ruisseaux de Lauze, du Jardinier et de Broquette, de dix autres canaux d'arrosage, et enfin au passage du canal Crapone. Il en résulte que le nombre des siphons à établir est de dix-sept. Ces siphons seront faits avec des tuyaux de fonte, dont les diamètres seront subordonnés au volume d'eau qu'ils auront à débiter; toutefois, quoique ces siphons ne soient établis que sur des cours d'eau de source ou charriant peu de limon, il y aura lieu d'examiner, lors de l'exécution, si les pentes du chemin de fer ne pourraient pas être disposées de manière à en éviter l'emploi.

3° VIADUCS ET PONTS-AQUEDUCS.

VIADUCS.

Nombre des viaducs, et indication de leur position.

Les viaducs destinés à faire passer les routes au-dessus ou au-dessous du chemin de fer sont au nombre de cinquante-deux, dont vingt-cinq seront établis sur ce chemin et les vingt-sept autres au-dessous.

Les premiers sont destinés à faire passer sur le chemin de fer, 1° les deux routes royales n^os^ 6 et 7, qui arrivent à Lyon dans la plaine de Vaize; 2° la route royale n° 7, au commencement des rochers de Pierre-Aiguille, dans la plaine de Tain, près du Pontet et à Avignon; 3° la rue et la place Pomperie, à Valence; 4° la route royale de Briançon, au Saint-Esprit; 5° la route royale de Toulon, à l'entrée du faubourg Saint-Lazare, à Marseille; 6° enfin seize commu-

nications départementales ou vicinales, qui sont coupées par le chemin de fer.

Les vingt-sept autres ponts sont destinés à faire passer au-dessous du chemin de fer : 1° les communications qui bordent la Saône et le Rhône, à Lyon, et les rues qui coupent le chemin de fer dans la presqu'île Perrache, au nombre de dix; 2° dix-sept chemins vicinaux.

Construction générale des viaducs.

Ces ponts seront construits en pierre ou en fonte, en plate-bande, en arc de cercle, ou en plein cintre, suivant la hauteur dont on pourra disposer.

Dimensions des viaducs.

Lorsque le chemin de fer passera au-dessous d'une route, l'ouverture du pont sera de 6^{m}.50, s'il ne présente qu'un passage, et de 3^{m}.50 pour chaque passage, s'il en présente deux. La hauteur de l'intrados, au-dessus des rails extérieurs de chaque voie du chemin de fer, sera au moins de 4^{m}.30; sa largeur entre les parapets sera de 8 mètres pour les routes royales et départementales, et de 6 mètres pour les chemins vicinaux. La déclivité des rampes et pentes aux abords de ces viaducs ne pourra pas dépasser 0^{m}.04 pour les routes royales et départementales, et 0^{m}.05 pour les chemins vicinaux.

Lorsque lechemin de fer passera au-dessus d'une route, l'ouverture du pont sera de 8 mètres pour les routes royales et départementales, et 6 mètres pour les chemins vicinaux. On avait d'abord porté sa hauteur sous clef à 4^{m}.60; mais on a cru devoir fixer cette hauteur à 5 mètres; sa largeur entre les parapets sera de 6^{m}.50.

PONTS-AQUEDUCS.

Nombre et position de ces ponts.

Ces ponts, qui sont au nombre de cinq, sont destinés à faire passer par-dessus le chemin de fer le ravin d'Erome, le ruisseau de Tauras, le ravin du Grand-Vallat, ceux des Trois-Maris, et le ravin Brun venant des rochers de Malmouche. Ils seront disposés comme les viaducs établis pour le passage des routes sur le chemin. Leur largeur entre les parapets sera subordonnée au volume des eaux et des matières charriées par ces ravins, et qui devront passer entre les parapets de ces ponts.

4° MURS DE SOUTENEMENT ET PERRÉS.

Longueur des murs.

La longueur totale des murs de soutenement à établir le long du chemin de fer est de 16,049 mètres. L'épaisseur moyenne de ces murs doit être généralement du tiers de leur hauteur.

Parmi ces murs l'on doit particulièrement distinguer celui à construire dans le Rhône au devant de Vienne, et le mur qui doit être substitué au perré de la digue de Saint-Vallier pour l'établissement du chemin de fer et la conservation d'une voie de halage sur cette digue.

Mur de Vienne dans le Rhône.

La longueur totale du mur de Vienne est de 1,427 mètres, sur lesquels une longueur de 630 mètres, depuis l'entrée de cette ville jusqu'à la Gère, doit être établie sur un sol de rocher et généralement à une grande profondeur au-dessous de l'étiage du Rhône. Cette partie du mur sera fondée sur un massif d'enrochements arrasée en béton. Quant à la partie depuis la Gère jusqu'à l'extrémité du Champ de Mars, comme elle ne présente qu'un fond de gravier et une profondeur d'eau peu considérable, le mur y sera établi sur un massif de béton contenu extérieurement par un vannage en pieux et palplanches jointives, défendu par des enrochements.

J'ai pensé, d'ailleurs, que, dans cette partie fort dispendieuse de l'établissement du chemin de fer, l'on devait supprimer le luxe des grands matériaux dont l'emploi n'était pas absolument nécessaire; en conséquence je propose de ne faire usage de pierres de taille que pour l'assise de socle du mur, les bahuts et les chaînes verticales qui doivent être placées de 20 en 20 mètres, à l'aplomb des gargouilles saillantes destinées à rejeter dans le fleuve les eaux pluviales qui tomberont sur le sol du chemin de fer. J'ai pensé également que, pour procurer à ces eaux un écoulement facile et favoriser la conservation des murs entre lesquels le chemin de fer se trouvera établi le long de la ville de Vienne, il convenait de paver ce chemin sur toute la longueur de ces murs.

Murs de Saint-Vallier.

Quant aux murs à substituer aux perrés de la digue de Saint-Vallier, leur établissement n'offre point de difficultés. Les enrochements de la digue actuelle, qu'on fortifiera dans touts les points où cela serait nécessaire, et surtout dans la partie la plus rentrante de cette digue, permettront d'y asseoir avec solidité le mur extérieur de la voie de halage qui est accolée au chemin de fer.

PERRÉS.

Longueur des Perrés.

La longueur totale des perrés pour le revêtement des talus de quelques parties du chemin de fer sera de 7,450 mètres. Ils seront construits en moellons dont la queue variera de 0^{m}.30 à 0^{m}.40, suivant la hauteur et l'importance de ces ouvrages.

5° OUVRAGES DIVERS.

Indication de ces ouvrages.

Ces travaux consistent : 1° dans le pavage du chemin de fer dans la traversée de Vienne; 2° dans le relèvement du pont suspendu de Vienne, du côté de la rive gauche, pour avoir la hauteur nécessaire au passage du chemin de fer et des machines locomotives sous ce pont; 3° dans le relèvement et le rétablissement du pont-levis placé sur le canal de la gare du Plan-d'Aren; 4° dans les déplacements de quelques chemins et dans les ouvrages à faire sur les points du chemin de fer où il est traversé à niveau par les communications vicinales; 5° dans la construction des maisons de cantonniers, des bureaux de perception, ainsi que des bâtiments destinés à l'établissement des pompes qui doivent fournir et renouveler l'approvisionnement d'eau des locomotives, et dans la fourniture de ces pompes; 6° enfin dans les clôtures du chemin.

Chemins vicinaux à déplacer et routes à traverser à niveau.

La longueur des chemins vicinaux à déplacer est évaluée à 9,090 mètres, et l'on a porté à trois cent cinquante le nombre de ces communications qui doivent traverser à niveau le chemin de fer.

Maisons de cantonniers et bureaux de perception.

En supposant qu'on donne à chaque cantonnier 4,000 mètres de chemin, on trouve que le nombre des maisons pour les loger devra être de quatre-vingt-huit.

Le nombre des bureaux de perception sera de vingt.

Nombre des châteaux d'eau.

Quant aux châteaux d'eau, leur nombre a été déterminé par les considérations suivantes : on peut évaluer à $2^{m}.50$, moyennement, le volume d'eau que contient la caisse du *tender* d'une machine locomotive de force moyenne, et à $1^{m}.80$ (y compris pertes pour stationnement), la quantité d'eau vaporisée en une heure par cette machine marchant avec une vitesse de sept lieues ou 28,000 mètres par heure. Ainsi donc les $2^{m}.50$ d'eau, contenus dans le *tender*, seront consommés en une heure vingt minutes, pendant lesquels le convoi aura parcouru une distance de 33,600 mètres. C'est donc à cette distance, qu'on réduira à 30,000 mètres, que doivent être espacés les châteaux d'eau, et conséquemment leur nombre devra être de treize pour toute la longueur du chemin de fer.

Clôtures.

Le chemin de fer se trouvant établi sur d'assez grandes longueurs, soit dans des coupures, soit sur des digues bordant le Rhône, surmontées d'un côté

par des parapets et accolées de l'autre à des rochers escarpés, il se trouvera naturellement clôturé dans ces parties par les dispositions des localités et par les travaux exécutés pour l'y établir; le développement de ces parties est évalué à 1/5 de la longueur totale du chemin, de manière qu'on n'aura à clore que les 4/5 de cette longueur. Ces clôtures seront faites avec des poteaux garnis de lisses, des haies ou des fossés et levées en terre suivant la position du chemin.

Observation sur les magasins, hangards, etc.

Outre les ouvrages divers que l'on vient d'indiquer, il faut encore construire des magasins, des hangars, des ateliers pour la réparation des machines locomotives et matériel, etc., etc. Mais comme ces constructions sont relatives à l'exploitation du chemin, l'on se réserve d'y avoir égard dans le chapitre V de ce mémoire où l'on présentera l'évaluation des dépenses de toute nature qui ont pour objet l'exécution des transports sur le chemin de fer.

CHAPITRE III.

ÉVALUATION DES DÉPENSES POUR L'ÉTABLISSEMENT DU CHEMIN DE FER [1].

Ces dépenses ont été évaluées par MM. Garella et de Montricher; les unes comprenant les terrassements et escarpements, les voies en fer et les principaux ouvrages d'art, d'après des métrés réguliers et des analyses de prix dressés avec soin, et les autres en petit nombre et de peu d'importance, par approximation. J'ai ensuite examiné et coordonné ces évaluations auxquelles j'ai dû apporter quelques modifications, soit à cause des augmentations ou diminutions d'ouvrages résultant de changements faits aux tracés de ces ingénieurs, soit parce que quelques-uns des prix adoptés par eux étaient trop élevés ou trop faibles, soit enfin par suite de quelques erreurs ou omissions.

Les détails sommaires dans lesquels je vais entrer, feront connaître les résultats des évaluations ainsi modifiées de chaque espèce d'ouvrage.

1° INDEMNITÉS DE TERRAINS ET DE BATIMENTS.			MONTANT DES DÉPENSES	
			pour chaque section.	pour chaque nature d'ouvrage.
1re SECTION [2].				
m. q.	hect.	fr. c.		
82,380 00	8 238 de terrain, évalués à	125,100 00		
714,901 80	71 49018.	357,450 90		
797,281 80	79 72818.	482,550 90		
1/10 pour gares. 79,728 18	7 972818.	48,255 09		
877,009 98	87 700998.	530,805 99		
Dommages pour occupation de terrains par les déblais du souterrain de Saint-Irénée		80,000 00	708,805f 99c	
Démolition de bâtiments		98,000 00		
A REPORTER			708,805 99	

[1] Les métrés, analyses de prix et évaluations des dépenses sont réunis dans les registres A, B, C et D.

[2] On rappellera que la 1re section s'étend du ruisseau de la Roche-Cardon en amont de Lyon à Saint-Rambert sur.. 66,128m.00
La 2e section de Saint-Rambert, à la Durance, sur.. 170,376 90
Et la 3e section de la Durance à Marseille, sur.. 114,927 50
Longueur totale.. 351,432 40

		Montant des dépenses pour chaque section.	Montant des dépenses pour chaque nature d'ouvrage.
2e SECTION.			
Report........ ×1f.28.36 (1)		708,805f 99c	
m. q. 2,100,400 — hect. 210 04 de terrain, évalués×...	fr. c. 1,371,217 95		
1/10 pour gares. 210,040 — 21 004..................	137,121 80		
2,310,440 — 231 044..................	1,508,339 75		
Démolition de bâtiments compris dans les plans..........	248,099 56	1,942,141 80	
Démolition de bâtiments construits depuis la confection des plans, dépréciation de propriétés et indemnités pour emprunts de terres..............................	185,702 49		
3e SECTION.			
m. q. 1,261,444 00 — hect. 126 1444 de terrain, éval.	fr. c. 624,948 80		
1/10 pour gares. 126,144 40 — 12 61444.............	62,494 88		
1,387,588 40 — 138 75884.............	687,443 68		
Indemnité d'occupation de la levée du canal de Bouc, dans le cas où cette indemnité serait réclamée..............	28,699 50	929,954 43	
Démolition de maisons.............................	200,000 00		
Dommage pour occupation de terrains par les déblais des souterrains de la Nerthe, de Saint-Louis et de Saint-Lazare.	13,811 25		
Total pour les indemnités de terrains et démolition de maisons[1].		3,580,902 22	3,580,902f 22c
2° TERRASSEMENTS ET ESCARPEMENTS DE ROCS.			
1re SECTION.			
487,325m 22c de déblais en terre.... à 0f.46.4........	223,804f 31c		
235,891 13 de déblais empruntés.. à 0f.56 (1).........	137,485 30		
156,264 67 de déblais en roc..... à 2f.40...........	375,922 97		
Transport et régalement des remblais en terre et roc. à 0f.456	399,686 20		
	1,136,898 78		
1/10 pour gares....................................	113,689 88		
	1,250,588 66	1,290,946 42	
Plus-value pour extraction en percés de 13,635m.30 de roc évalué à... 2f.96 (1)............................	40,357 77		
A reporter..............		1,290,946 42	3,580,902 22

[1] Il résulte de cette évaluation que la superficie totale de terrain occupée par le chemin de fer et les gares est de 457 hect. 50 c. estimés 2,726,589 fr. 42 cent., ce qui porte la valeur de l'hectare moyennement à 5,959 fr. 76 cent.

× en retranchant 0f.12 pour les charges, il reste 0f.36 pour la fouille qui correspondent à 2f.16 (7)

(1) En retranchant 0f.18 pour l'indemnité d'emprunt, plus 0f.12 pour les charges, il reste 0f.28 pour la fouille qui correspondent à 1f.86

Nota. Les terrassements sont évalués à 0f.84 le mètre cube, moyennement, sans le transport.

La quantité des terrassements par mètre courant est de 13.50 mc

		MONTANT DES DÉPENSES	
		pour chaque section.	pour chaque nature d'ouvrage.
2e SECTION.			
REPORT.....		1,290,946f 42c	3,580,902f 22c
1,333,671 mètres de terrassements pour déblais, transports et emploi, ci.....	1,143,276f 39c		
136,334 mètres de rocs extraits et transportés, ci.....	534,894 68		
	1,678,171 07		
1/10 pour gares.....	167,817 11		
	1,845,988 18	1,845,988 18	
3e SECTION.			
507,634m.12 de déblais en terre.....	187,824f 64c		
161,654 04 de déblais empruntés.....	96,992 42		
349,008 02 de déblais en roc de diverses natures et de pouding.....	835,800 48		
Transport et régalement des remblais en terre ou roc.....	622,442 08		
	1,743,059 62		
1/10 pour gares.....	174,305 96		
	1,917,365 58	1,917,365 58	
TOTAL pour les terrassements et escarpements de rocs[1].....		5,054,300 19	5,054,300 19
3e SOUTERRAINS.			
1re SECTION.			
Souterrain de Saint-Irénée, voûté, 1,933 mètres, à 600 fr. le mètre.....		1,159,800 00	
3e SECTION.			
Souterrain de la Nerthe ouvert dans le roc calcaire, 3,640 mètres, à 500 fr. le mètre.....	1,820,000f 00c		
Souterrain de Saint-Louis ouvert dans le roc calcaire, 616m à 300 fr. le mètre.....	184,800 00	2,079,800 00	
Souterrain de Saint-Lazare ouvert dans le roc calcaire, 300m à 250 fr. le mètre.....	75,000 00		
TOTAL pour les souterrains.....		3,239,600 00	3,239,600 00
A REPORTER.....			11,874,802 41

[1] Il résulte de cette évaluation qu'en répartissant les dépenses pour transport et régalement proportionnellement aux cubes des terrassements et des extractions de roc, l'on trouve, en ayant égard aux gares :

1° Que le cube total des terrassements est de 2,998,793m.06, montant à 2,793,587f 74c, ce qui porte le prix du mètre cube à 0f 93c;

2° Que le cube total des déblais en roc est de 705,767m.36, montant à 2,220,354f 68c, ce qui porte le prix du mètre cube à 3f 186.

			MONTANT DES DÉPENSES pour chaque section.	pour chaque nature d'ouvrage.
4° VOIES EN FER				
COMPRENANT LES RAILS, CHAIRS ET DEZ EN PIERRE.				
1re SECTION.				
REPORT.....				11,874,802f 41c
Les rails, chairs et dez étaient évalués, pour les 62,180m.70 du tracé primitif à.....		4,420,124f 59c		
A déduire par suite du tracé modifié 52m.70, à 66f 79c prix moyen.....		3,519 83		
Reste pour les.....	66,128m.00.....	4,416,604 69	4,858,266 16	
1/10 pour gares.....	6,612 80.....	441,660 47		
2e SECTION.				
Les rails, chairs et dez étaient évalués pour les.....	172,237m 30 du tracé primitif, à	11,529,519 37		
A déduire par suite du tracé modifié.....	1,860 40 à 66f 93c prix moyen,	124,516 57		
Reste.....	170,376 90.....	11,405,002 80	12,545,503 08	
1/10 pour gares..	17,037 69.....	1,140,500 28		
3e SECTION.				
Les rails, chairs et dez étaient évalués pour les.....	113,952m 50 du tracé primitif, à	7,609,909 99		
A ajouter par suite du tracé modifié...	975 00 à 66f 78c prix moyen,	65,110 50		
	114,927 50	7,675,020 49	8,442,522 54	
1/10 pour gares..	11,492 75.....	767,502 05		
TOTAL pour la voie en fer [1].....			25,846,290 78	25,846,290 78
5° PONTS, PONCEAUX, AQUEDUCS ET SIPHONS.				
PONTS DE PLUSIEURS ARCHES.				
Ces ponts, au nombre de 24, ont été évalués comme il suit, d'après les projets réguliers qui en ont été dressés :				
1re SECTION.				
Pont sur la Saône, à Lyon.....		381,433f 84c		
—— sur le Rhône, à Lyon.....		552,897 58		
—— sur la Gère, à Vienne.....		67,099 61	1,111,431 03	
—— sur la Varaize.....		50,000 00		
—— sur le Dolon et la Salaise réunis.....		60,000 00		
A REPORTER.....			1,111,431 03	37,721,093 19

[1] Il résulte de cette évaluation que le mètre courant de voie en fer revient moyennement à 86 fr. 86 c.

		MONTANT DES DÉPENSES pour chaque section.	pour chaque nature d'ouvrage.
2e SECTION.			
REPORT.....		1,111,431f 03c	37,721,093f 19c
Pont sur le torrent de Bancel	53,381f 36c		
—— sur la Galauze à Saint-Vallier.....	60,201 82		
—— sur l'Isère.....	351,256 84		
—— sur la Véoure.....	47,735 17		
—— sur la Drôme.....	199,367 98		
—— sur les torrents de l'Olagnier et de Theysome, réunis..	57,289 59		
—— sur le torrent de Blaumard.....	35,110 65	1,292,923 11	
—— sur le Roubion.....	170,301 48		
—— sur le torrent de la Riaille.....	44,254 94		
—— sur le Lez.....	93,205 57		
—— sur l'Aigues.....	96,545 57		
—— sur Louvèze.....	84,272 14		
3e SECTION.			
Pont sur la Durance	1,100,414 51		
4 ponts sur le Vignerat et sur la Vidange.....	70,000 00		
Pont sur l'étang du Galéjon.....	60,000 00	1,730,414 51	
—— sur l'étang de Caronte.....	500,000 00		
TOTAL pour ces ponts.....		4,134,768 65	
PONTS D'UNE SEULE ARCHE DE 20 À 4 MÈTRES D'OUVERTURE.			
Ces ponts, au nombre de 44, ont été évalués comme il suit, les uns d'après les esquisses projetées, les autres par approximation :			
POUR LES TROIS SECTIONS.			
3 ponts sur les ravins à la sortie du souterrain de la Nerthe	180,000f 00c		
Pont sur le Grand-Valadas	66,064 82		
7 ponts sur l'Ozon, le Leveau, le Saluant et sur quatre ravins entre les Martigues et Marseille.....	120,000 00		
Pont sur la Berre.....	30,258 24		
—— sur la Figerasse et Espluches réunis.....	16,017 79		
6 ponts sur des ravins entre les Martigues et Marseille.....	66,000 00		
Pont sur la Maine.....	15,000 00		
3 ponts sur la dérivation de l'Ozon, le ruisseau des Eaux-Claires et le torrent de Croze.....	41,366 23		
6 ponts sur le torrent de Ponsas, la Burge, Laine, le ravin du Grand-Creux, celui de la Croix-Rouge et le Lauzon...	93,637 61		
2 ponts sur la décharge de la Véoure et sur le ravin de l'Assassin.....	20,648 00		
12 ponts sur les ravins du Petit-Creux et de la Fontaine et sur 10 ravins entre les Martigues et Marseille.....	90,825 60		
Pont sur le ruisseau de Versailles.....	9,959 31		
TOTAL pour ces ponts.....	749,777 60	749,777 60	//
A REPORTER.....		4,884,546 25	37,721,093 19

PONCEAUX ET AQUEDUCS DE 4 MÈTRES ET AU-DESSOUS.		MONTANT DES DÉPENSES pour chaque section.	MONTANT DES DÉPENSES pour chaque nature d'ouvrage.
REPORT.....		4,884,546f 25c	37,721,093f 19c
Ces ponceaux et aqueducs, au nombre de 257, ont été évalués comme il suit, les uns d'après les esquisses projetées, les autres par approximation.			
POUR LES TROIS SECTIONS.			
5 ponceaux sur les ruisseaux de Feysin, des Eaux-Troubles et des Rioux, sur le canal de Pierrelatte et la Robinette de Tarascon.....	24,384f 61c		
27 ponceaux sur les 3 ruisseaux de Vaize, 8 écoulements d'eau entre Lyon et Vienne, sur une dérivation de la Galaure, sur les ruisseaux de Gervand et de l'Épervière, les ravins de Derbières, de Bontems, des Riailles, de Larmagnac, de Maldary, de Serre-Pointu et de Malmouche sur la Robine de Morière, la Durancole et les Robines du Roi, du Viage, de Porride et de Meyrane.....	104,248 57		
81 ponceaux pour 25 écoulements d'eau entre Lyon et Saint-Rambert, sur deux ravins à la suite de la plaine de Saint-Vallier, sur le ravin des Bordas et le ruisseau de Gouté, sur une île du Rhône, sur un canal à Valence et un canal de secours de la Véoure, sur un canal d'arrosage après la Drôme, sur les ruisseaux de la Limite, des Tourettes et de Neffe, sur l'égout du Fenouillet, sur les ravins de la Tête-Noire et du Chemin-du-Port, sur le canal du moulin de Châteauneuf, sur le torrent de la Ponsonnière, et enfin pour 40 écoulements d'eau ou rigoles de desséchement entre la Durance et Marseille.....	179,062 42		
5 ponceaux sur les ravins de l'Hermitage, sur le ruisseau de Meyrol, sur le ravin du Petit-Valadas et le canal d'arrosage après l'Ouvèze.....	17,656 30		
9 ponceaux sur le ruisseau de la Rochette, les 4 ravins de Pierre-Aiguille, les 3 canaux de Valence et sur la Robine dans la plaine d'Avignon.....	13,500 00		
130 aqueducs pour l'écoulement des eaux pluviales, sur les rigoles d'arrosage et de desséchement et sur les petits ravins entre Saint-Rambert et la Durance.....	130,000 00		
TOTAL pour ces ponceaux et aqueducs....	468,851 90	468,851 90	
SIPHONS.			
Ces siphons, au nombre de 17, destinés à faire passer sous le chemin de fer les eaux des ruisseaux de l'île Beaume, de deux canaux d'usine à Valence, du canal Crillon, des ruisseaux de Lauze, du Jardinier et de Broquette, de 10 autres canaux d'arrosage et du canal Craponne, sont évalués par approximation à.....		121,000 00	
TOTAL pour les ponts, ponceaux, aqueducs et siphons.....		5,474,398 15	5,474,398 15
A REPORTER.....			43,195,491 34

		MONTANT DES DÉPENSES pour chaque section.	pour chaque nature d'ouvrage.
6° VIADUCS ET PONTS-AQUEDUCS.			
VIADUCS SUR LE CHEMIN DE FER :			
REPORT.....			43,195,591f 34c
Ces viaducs, au nombre de 25, sont évalués comme il suit, pour les 3 sections.			
9 viaducs pour les routes royales nos 6 et 7 dans le faubourg de Vaize, pour celle n° 7 à l'origine des rochers de Pierre-Aiguille, dans la plaine de Tain, près du Pontet, et à Avignon, pour la rue et la place Pomperie à Valence, pour la route royale de Briançon au Saint-Esprit, et enfin pour la route royale de Toulon à l'entrée du faubourg Saint-Lazare à Marseille, évalués à raison de 15,000f chaque, ci pour les 9.....	135,000f 00c		
16 viaducs pour des communications départementales ou vicinales, à 12,000 l'un.....	192,000 00	327,000 00	
VIADUCS SOUS LE CHEMIN DE FER.			
Ces viaducs, au nombre de 27, placés sur les communications qui bordent la Saône et le Rhône à Lyon, sur les rues qui aboutissent à la presqu'île Perrache et sur 17 chemins vicinaux, sont évalués, à raison de 11,000f l'un ci.....		297,000 00	
PONTS-AQUEDUCS.			
Ces ponts, au nombre de 5, placés sous les ravins d'Érome, des Trois-Maries et Brun, sous le ruisseau de Tauras et du ravin du Grand-Vallat, sont évalués à.....		91,964 50	
TOTAL pour les viaducs et ponts-aqueducs.....		715,964 50	715,964 50
7° MURS DE SOUTENEMENT ET PERRÉS.			
MURS DE SOUTENEMENT.			
TRAVERSÉE DE LA PRESQU'ÎLE PERRACHE.			
Les murs bordant le chemin de fer de chaque côté dans cette traversée sont évalués à.....	324,272f 19c		
TRAVERSÉE DE VIENNE :			
Murs de soutenement et enrochements évalués.....	569,243 15		
Arcades de communication sous le chemin de fer.....	28,444 86	597,688 00	
TRAVERSÉE DE SAINT-VALLIER.			
Les murs à faire pour cette traversée sont évalués à.....	61,744 97		
A ajouter pour enrochements et augmentation d'ouvrages.....	10,000 00	71,744 97	
A REPORTER.....	993,705 16	//	43,911,455 84

		MONTANT DES DÉPENSES pour chaque section.	MONTANT DES DÉPENSES pour chaque nature d'ouvrage.
REPORT.....	993,705f 16c		43,911,455f 84c
MURS SUR LES AUTRES POINTS DU CHEMIN DE FER.			
Ces murs, qui sont établis le long des rochers bordant le Rhône entre Lyon et Vienne, aux Roches, à Ponsas, aux rochers de Pierre-Aiguille, à la traversée de Valence et des rochers de Malmouche, dans les pointes de la Crau que l'on coupe et à la traversée des ravins après la sortie du souterrain de la Nerthe, sont évalués à	744,285 72		
TOTAL pour les murs.....	1,737,990 88	1,737,990 88	
PERRÉS.			
La dépense des revêtements en perrés et enrochements à faire sur les divers points du chemin de fer est évaluée, savoir :			
Pour les 1re et 2e sections.....	30,000 00		
Pour la 2e	155,109 56		
A ajouter pour les abords du pont sur le Rhône.....	30,000 00		
TOTAL pour les perrés et enrochements.....	215,109 56	215,109 56	
TOTAL pour les murs de soutenement et perrés.....		1,953,100 44	1,953,100 44
8° OUVRAGES DIVERS.			
PAVAGE DU CHEMIN DE FER DANS LA TRAVERSÉE DE VIENNE.			
Ce pavage est évalué d'après un mètre régulier, à.....	15,680 76		
Relèvement du pont suspendu de Vienne et raccordement des abords.			
Cette dépense est évaluée approximativement, à	30,000 00		
Relèvement et rétablissement du pont-levis sur le canal de la gare du Plan d'Aren.			
Cette dépense est évaluée à	15,000 00		
Déplacements de chemins et traversées à niveau du chemin de fer, par les communications vicinales.			
Déplacement de chemin sur 9,090 mètres évalués..... 43,260 00			
Traversées à niveau du chemin de fer par 350 communications vicinales, évaluées,..... 510,131 00	553,391 00		
A REPORTER.....	614,071 76		45,864,556 28

		MONTANT DES DÉPENSES pour chaque section.	MONTANT DES DÉPENSES pour chaque nature d'ouvrage.
REPORT.....	614,071f 76c		45,864,556f 28c
Bureaux de perception, maisons de cantonniers, et châteaux d'eau.			
Les 20 bureaux de perception, à....4,000f—80,000f 00 Les 88 maisons de cantonniers, à....2,000f—176,000f 00 Les 13 châteaux d'eau avec les mécanismes et pompes pour fournir de l'eau aux machines locomotives, à 8,000f—104,000f 00	360,000 00		
CLÔTURES.			
La longueur des parties du chemin de fer à clôturer est d'environ 280,000 mètres, lesquels à 2f le mètre moyennement, coûteront.....	560,000 00		
TOTAL pour ces ouvrages.....	1,534,071 76	.....	1,534,071 76
			47,398,628 04
Somme à valoir pour dépenses imprévues, évaluée à $\frac{1}{10}$ de la dépense, ci.....		.....	4,739,862 80
Frais d'administration, de direction et de conduite des travaux pendant la durée de leur exécution, évalués à environ $\frac{1}{40}$ de la dépense, ci.....		.....	1,042,770 16
TOTAL de la dépense [1].....		.....	53,181,261 00
A cette dépense, il faut ajouter celle des embranchements indispensables pour satisfaire aux besoins du commerce ou au service des voyageurs, et qui doivent être considérés comme parties essentielles de la ligne principale.			
Ces embranchements, au nombre de 3, sont :			
1° L'embranchement des Brotteaux, à Lyon, sur une longueur de.....	4,070m		
2° L'embranchement dirigé vers le Rhône, à Tarascon, sur un développement de.....	2,310		
3° L'embranchement pour l'arrivée des voyageurs sur la place Pentagone à Marseille, sur une longueur de.....	2,656		
LONGUEUR TOTALE.....	9,036		
L'embranchement des Brotteaux peut être évalué, eu égard aux indemnités et aux terrassements, à 150f le mètre courant, ce qui porte la dépense des 4,070m, à.....	610,500f 00c		
A REPORTER.....	610,500 00	.....	53,181,261 00

[1] La longueur totale du chemin de fer étant de 351,432m.40, le mètre courant revient, pour construction seulement, et non compris les bâtiments et le matériel nécessaires à l'exploitation du chemin, à..... 151f 32c
et la lieue de poste de 4,000 mètres, à..... 605,295 48

		MONTANT DES DÉPENSES pour chaque section.	MONTANT DES DÉPENSES pour chaque nature d'ouvrage.
REPORT.....	610,500f 00c		53,181,261f 00c
L'embranchement de Tarascon, établi sur une plaine, sans presque aucuns terrassements ni ouvrages d'art, peut être évalué à 90f le mètre, ce qui porte la dépense des 2,310m à.....	207,900 00		
L'embranchement pour l'arrivée des voyageurs à Marseille, établi dans un terrain difficile et où les indemnités seront chères, peut être évalué à 160f le mètre, ce qui porte la dépense des 2,656 mètres, à.....	424,960 00		
Montant de la dépense pour ces embranchements[1]...	1,243,360 00	.....	1,243,360 00
TOTAL GÉNÉRAL de la dépense.....		.....	54,424,621 00

Avant d'aller plus loin, l'on récapitulera les divers articles de dépenses dont on vient de présenter l'évaluation :

1° Indemnités de terrains et démolition de bâtiments..	3,580,902f	22c
2° Terrassements et extraction de rocs.....	5,054,300	19
3° Souterrains.....	3,239,600	00
4° Voies en fer.....	25,846,290	78
5° Ponts, ponceaux, aqueducs et siphons.....	5,474,398	15
6° Viaducs et ponts-aqueducs.....	715,964	50
7° Murs de soutenement et perrés.....	1,953,100	44
8° Ouvrages divers.....	1,534,071	76
	47,398,628	04
Somme à valoir pour dépenses imprévues.....	4,739,862	80
A REPORTER.....	52,138,490	84

[1] L'évaluation des autres embranchements peut s'établir comme il suit :

Embranchement de Givors et pont sur le Rhône, sur	2,200 mètres, évalués		1,175,000f 00c
——— de Montélimart, sur	1,904	à 102f le mètre	194,200 00
——— d'Orange, sur	3,649	*idem*	372,198 00
——— d'Arles, sur	900	à 90f	81,000 00
TOTAL de la dépense pour les...	8,653 mètres		1,822,398 00

De ces quatre embranchements, le premier ne sera exécuté qu'autant que les houilles de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne, qui descendent actuellement par le Rhône, prendraient la voie du chemin de fer de Lyon à Marseille; le troisième et le quatrième pourraient être faits par les localités qu'ils desserviraient, si elles y trouvaient leurs intérêts, et le quatrième, si le besoin s'en faisait sentir; en conséquence, la dépense de ces embranchements n'a pas été comprise dans l'évaluation de la ligne principale.

REPORT.....	52,138,490f	84c
Frais d'administration, de direction et de conduite des travaux pendant la durée de leur exécution.....	1,042,770	16
	53,181,261	00
Embranchement des Brotteaux, à Lyon, de Tarascon, et de l'arrivée à Marseille pour les voyageurs.....	1,243,360	00
TOTAL GÉNÉRAL de la dépense, comme ci-dessus.	54,424,621	00

ÉVALUATION DES RÉDUCTIONS QUE DOIVENT SUBIR LES DÉPENSES EN FIXANT LE POINT DE DÉPART DU CHEMIN DE FER, À LYON, DANS LA PRESQU'ÎLE PERRACHE.

Les évaluations qu'on vient de présenter ont été faites, en supposant le point de départ du chemin de fer de Lyon à Marseille fixé au ruisseau de Roche-Cardon, un peu au-dessus de Lyon, point où ce chemin doit se joindre avec celui de Lyon à Paris, et où ont commencé les études dont j'étais chargé; mais comme il est possible que l'exécution du chemin de fer de Paris à Lyon soit ajournée, à raison du degré moins grand d'utilité que présente cette ligne, il serait alors inutile de prolonger jusqu'au ruisseau de Roche-Cardon, le chemin de Marseille à Lyon, qui devrait, dans cette hypothèse, s'arrêter, comme on l'a déjà dit, dans la presqu'île Perrache, ce qui réduirait la longueur de ce chemin, de 4,832m.40 et la porterait à 346,600 mètres.

En admettant donc que le chemin de fer s'arrête dans la presqu'île Perrache (hypothèse que j'adopterai dans les calculs comparatifs des produits et des dépenses auxquels je me livrerai plus tard), il faut déduire de la dépense totale trouvée ci-dessus, celle de la partie du chemin comprise entre cette presqu'île et le ruisseau de Roche-Cardon. Cette dernière dépense, extraite de l'évaluation générale, s'établit comme il suit :

Indemnités de terrains et dommages.....	116,168f	00c
Terrassements et escarpements de rocs.....	84,015	39
Souterrain de Saint-Irénée.....	1,159,800	00
Voie en fer.....	355,819	55
Pont sur la Saône et ponceaux dans la plaine de Vaize.	393,433	84
A REPORTER.....	2,109,236	78

Report.....	2,109,236f	78c
Viaducs.....	52,000	00
Murs de soutenement.....	29,000	00
Ouvrages divers, clôtures.....	5,000	00
	2,195,236	78
Somme à valoir, portée comme ci-dessus, à $\frac{1}{10}$ de la dépense.....	219,523	68
	2,414,760	46
Frais d'administration, de direction et de conduite des travaux pendant la durée de leur exécution, évaluée comme ci-dessus, à environ $\frac{1}{50}$ de la dépense.....	48,295	54
Montant de la dépense de la partie du chemin de fer comprise entre le ruisseau de Roche-Cardon et la presqu'île Perrache.....	2,463,056	00
La dépense totale de l'établissement du chemin de fer depuis le ruisseau de Roche-Cardon jusqu'à Marseille, a été trouvée ci-dessus de.....	53,181,261	00
A déduire pour la partie comprise entre le ruisseau de Roche-Cardon et la presqu'île Perrache.....	2,463,056	00
[1] Reste pour la dépense totale du chemin de fer depuis la presqu'île Perrache jusqu'à Marseille, sur une longueur de 346,600 mètres.....	50,718,205	00
A ajouter pour les trois embranchements indiqués et évalués ci-dessus.....	1,243,360	00
Total général.....	51,961,565	00

A cette dépense totale, il faut ajouter le capital représentant le produit des intérêts cumulés des sommes versées à la fin de chaque semestre pour l'exécution des travaux dont on supposera la durée de six années. Il est vrai

[1] En arrêtant le chemin de fer à la presqu'île Perrache, le mètre courant ne revient plus qu'à 146 fr. 33 c. et la lieue de poste de 4,000 mètres, à..... 585,322f 62c

qu'une partie de ces intérêts sera remboursée par les produits qu'on retirera de l'exploitation des diverses parties du chemin de fer qui seront livrées à la circulation au fur et à mesure de leur achèvement; cependant l'on ne tiendra pas compte de ces produits afin de se mettre plutôt au-dessus qu'au-dessous des dépenses; mais on ne portera l'intérêt qu'à 2 p. % par semestre.

En conséquence, la dépense totale à faire pour l'établissement du chemin de fer étant, comme on l'a trouvé ci-dessus, de.....	51,961,565[f]	00[c]
Si l'on suppose que cette somme soit dépensée en six années, et que l'on calcule les intérêts à 2 p. % des versements qui seront faits à la fin de chaque semestre, pour subvenir à cette dépense, l'on trouve que ces intérêts cumulés produiront au bout de six ans en nombre rond, la somme de.....	7,274,619	00
Ce qui porte finalement le capital dépensé pour la confection du chemin de fer, à.....	59,236,184	00

CHAPITRE IV.

ÉVALUATION DES DÉPENSES DU MATÉRIEL ET DES BÂTIMENTS NÉCESSAIRES À L'EXPLOITATION DU CHEMIN DE FER, AINSI QUE DES FRAIS D'ADMINISTRATION, D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION DE CE CHEMIN.

Les dépenses du matériel, ainsi que les frais d'entretien et d'exploitation du chemin, sont subordonnés aux quantités des transports.

Après avoir évalué la dépense à faire pour l'établissement du chemin de fer de Lyon à Marseille, il fallait calculer celles relatives à l'exploitation de ce chemin; mais comme ces dernières dépenses sont essentiellement subordonnées au tonnage des marchandises et au nombre des voyageurs à transporter, on a dû s'occuper d'abord de rechercher quelles pourraient être ces quantités de transport.

Considérations générales sur l'accroissement des transports par suite de l'établissement du chemin de fer.

On ne peut douter que l'établissement de cette nouvelle voie de communication ne produise une augmentation considérable dans le mouvement commercial. Ainsi, les marchandises du Levant et les denrées coloniales qui, des ports de Trieste, de Gênes et Livourne, sont transportées par terre dans l'Allemagne et la Suisse, en traversant les Alpes, viendraient à Marseille pour prendre le chemin de fer et les voies qui les feront arriver dans ces pays d'une manière plus expéditive et plus économique. Les savons que Marseille expédie par mer dans l'ouest et dans le nord de la France pourraient également emprunter le chemin de fer; il en serait de même des vins et des eaux-de-vie qui s'exportent de Cette par mer et par le canal du Midi. L'écoulement de certains produits du sol ou de ceux fabriqués dans le pays augmenterait aussi beaucoup par suite de l'établissement de la voie de fer; enfin l'on est assuré, d'après ce qui se passe sur les chemins de fer déjà exécutés en France et en Angleterre, que le nombre des voyageurs surtout augmenterait prodigieusement.

Le chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne offre un exemple de l'accroissement considérable qu'amène dans les transports l'établissement de ce nouveau système de communication. Avant l'exécution de ce chemin, le mouvement des marchandises, tant sur la voie de terre que sur le canal de Givors, ne s'élevait qu'à 135 ,000 tonnes; aujourd'hui le chemin de fer seul en transporte plus de

450,000, et transporterait beaucoup plus si les wagons étaient plus nombreux, et les moyens de traction plus perfectionnés; et cependant le mouvement des transports, sur le canal de Givors et sur la voie de terre, est encore de 65 à 70,000 tonnes; le nombre des voyageurs s'est également accru dans une proportion fort grande entre Lyon et Saint-Étienne, puisqu'il n'était que d'environ 150 par jour, en 1831, et que le chemin de fer seul en transporte maintenant plus de 500, quoiqu'il existe encore quelques voitures publiques, qui font le service de la voie de terre.

L'on ne peut donc élever de doute sur l'accroissement considérable de transports qu'amènera l'exécution du chemin de fer de Lyon à Marseille, et quoiqu'on n'en puisse d'avance fixer le chiffre, l'on peut du moins assurer que le mouvement des marchandises et des voyageurs sur cette nouvelle ligne de communication sera au moins égal, et probablement supérieur à celui qui a lieu dans ce moment sur les voies existantes; car la quantité des transports qui continueront à se faire par ces dernières voies sera plus que compensée par l'augmentation de ceux que produira inévitablement l'établissement du chemin de fer.

Base d'après laquelle on a évalué les transports qui auront lieu sur le chemin de fer.

Il s'ensuit qu'en calculant les transports sur ce chemin, d'après le mouvement qui a lieu dans ce moment sur les voies existantes, l'on sera assuré d'être au-dessous de ce qu'ils seront réellement, et conséquemment que les produits calculés d'après cette base pourront être regardés comme un *minimum* qui sera bientôt dépassé.

Documents statistiques relatifs aux transports fournis par MM. les directeurs des contributions indirectes.

La première recherche dont j'avais à m'occuper était donc celle du mouvement en marchandises et en voyageurs qui s'effectue maintenant, tant par le Rhône que par le roulage entre Lyon et Marseille. Je me suis en conséquence adressé à MM. les directeurs des contributions indirectes, dans les divers départements traversés par le chemin de fer, qui se sont empressés de me donner avec beaucoup de complaisance les documents que je leur avais demandés et que j'ai réunis, avec les développements qu'ils exigeaient, dans la note n° 3, et dans les tableaux n°s 4, 5, 6 et 7, placés à la fin de ce mémoire.

Quantités des transports qui s'effectueront au *minimum* par le chemin de fer.

Il résulte de ces documents que les quantités de transports qui se font actuellement par le Rhône et par le roulage, calculés sur une moyenne de six années, et déduction faite des bouteilles et des houilles de Rive-de-Gier et de Saint-

Étienne, qui, de Givors, descendent par le fleuve, et que l'on suppose devoir continuer à suivre cette voie, que ces quantités de transports, dis-je, se composent :

1° De 213,140 tonnes de marchandises, dont 123,140 tonnes transportées de Marseille à Lyon, et 90,000 tonnes de Lyon à Marseille ;

2° De 70,000 voyageurs dans les deux sens.

C'est donc sur ce mouvement annuel, qui, je le répète, peut être regardé comme le *minimum* de celui qui aura lieu sur le chemin de fer de Lyon à Marseille, que j'ai évalué comme il suit les dépenses du matériel et des bâtiments nécessaires à l'exploitation de ce chemin, ainsi que les frais d'administration, d'entretien et d'exploitation, et que j'ai ensuite calculé les produits du péage.

1° DÉPENSES DU MATÉRIEL ET DES BÂTIMENTS NÉCESSAIRES À L'EXPLOITATION DU CHEMIN.

Le nombre des wagons pour le transport des marchandises sera de 900 (voir les calculs sous le n° 9, placés à la fin de ce mémoire).

Les 900 wagons établis sur ressort, à 800 fr. l'un.....	720,000[f]
Le nombre des voitures pour le transport des voyageurs sera de 24, dont 12 de première classe et 12 de seconde (voir les calculs sous le n° 9).	
Les 12 voitures suspendues de première classe, à 5,000 fr l'une	60,000
Les 12 voitures suspendues de seconde classe à 3,000 fr. l'une	36,000
Le nombre des machines locomotives sera de 81 (voir les calculs sous le n° 10).	
Les 81 machines locomotives, évaluées avec leur *tender*, chacune à 25,000 fr., et ensemble.....	2,025,000
Magasins, hangars, ateliers de réparation, outils et mobilier, évalués à.....	2,000,000
Total des dépenses du matériel et des bâtiments nécessaires à l'exploitation du chemin[1].....	4,841,000

[1] En ajoutant cette dépense à celle de l'établissement du chemin, on aura une dépense totale de..... 64,077,184 fr.

2° FRAIS ANNUELS D'ADMINISTRATION ET D'EXPLOITATION DU CHEMIN.

ENTRETIEN ET ADMINISTRATION DU CHEMIN.

Il résulte de ce qui se passe sur quelques chemins de fer exécutés, qu'on peut évaluer à 6 fr. les frais annuels d'entretien et d'administration du mètre courant de ces chemins.

Les 346,600 mètres du chemin de fer de Lyon à Marseille, à ce prix, valent . . . . . 2,079,600^{f} 00^{c}

ENTRETIEN DU MATÉRIEL ET DES BÂTIMENTS.

L'entretien, les réparations et le renouvellement des wagons, évalués à un tiers du capital dépensé à leur construction, s'élèveront à	240,000^{f} 00^{c}	
L'entretien, les réparations et renouvellement des voitures, évalués à un sixième du capital dépensé à leur construction, s'élèveront à	16,000 00	
Graissage des wagons et voitures, évalués (d'après les calculs sous le n° 11)	65,276 48	
L'entretien et les réparations des bâtiments, des outils et du mobilier, et le renouvellement de ces derniers, évalués à un vingt-cinquième du capital dépensé à l'acquisition ou à la confection de ces objets, s'élèveront à	80,000 00	

FRAIS DE TRACTION.

Ces frais se composent de la dépense du coke, de la charge de ce combustible sur le tender, du service des pompes à eau, de l'huile, graisse, chanvre, cuivre, fer, bois et		
A REPORTER	401,276 48	2,079,600 00

REPORT.....	401,276f 48c	2,079,600f 00c
matériaux quelconques pour réparations des machines, des mains-d'œuvre de ces réparations, et des gages du machiniste et du chauffeur.		
La tonne de coke, arrivée à Givors, coûte.....	16f 50c	
Transport de Givors sur le chemin de fer à une distance moyenne de 145 kilomètres, à 0f,10 par kilomètre.....	15 40	
Prix de la tonne de coke.....	31f 00c	

TRACTION DES MARCHANDISES.

Le transport de la tonne de marchandises à un kilomètre exigera 0k,32 ou 0t.00032 de coke (voir les calculs, sous le n° 15), lesquels à 31f 00c la tonne valent.	0f.00992	
Les frais de conduite et d'entretien des machines coûteront par tonne et kilomètre (voir les calculs, sous le n° 16).....	0 02548	
Montant des frais de traction par tonne de marchandises et par kilomètre.....	0f.03540	
A ce prix, les frais de traction sur les 347 kilomètres du chemin reviendront, pour chaque tonne de marchandises, à 12f 28c		
Et pour les 213,140 tonnes à.....	2,617,359 20	
A REPORTER.....	3,018,635 68	2,079,600 00

REPORT.....	3,018,635f 68c	2,079,600f 00c

TRACTION DES VOYAGEURS.

Le transport d'un voyageur à un kilomètre exigera 0k.08 ou 0t.00008 de coke (voir les calculs, sous le n° 15), lesquels, à 31f 00c la tonne, valent.....	0f.00248	
Les frais de conduite et d'entretien des machines coûteront, par voyageur et kilomètre (voir les calculs, sous le n° 16).....	0 01184	
Montant des frais de traction par voyageur et kilomètre.....	0 01432	
A ce prix, les frais de traction, sur les 347 kilomètres du chemin, reviendront, pour chaque voyageur, à.....	4f 97c	
Et pour les 70,000 voyageurs, à.....	347,900 00	
	3,366,535 68	
Frais de conduite et d'administration des transports évalués à environ un dixième des frais annuels d'exploitation, ci.....	336,654 32	
Montant des frais d'entretien du matériel et des frais d'exploitation du chemin.....	3,703,190 00	3,703,190 00
Total de la dépense annuelle d'entretien, d'administration et d'exploitation du chemin.....		5,782,790 00

CHAPITRE V.

TARIF DU PÉAGE ET ÉVALUATION DES PRODUITS.

Après avoir déterminé le minimum de la quantité des transports sur lesquels on peut compter pour le chemin de fer, ainsi que les dépenses relatives à ces transports, j'ai dû chercher à évaluer les produits qu'ils donneraient; mais pour cela il fallait d'abord fixer les prix du tarif du péage.

Bases d'après lesquelles les prix du tarif ont été établis.

Ces prix devaient être combinés de manière à ce que le transport des marchandises de Lyon à Marseille fût notablement moins cher que celui de Marseille à Lyon, comme cela a dans ce moment lieu sur les voies existantes, ce qui conservera à la nouvelle voie tous ses avantages. L'on devait ensuite fixer ces prix de manière à ne pas dépasser, ou à ne dépasser que de fort peu ceux que l'on paye actuellement par le Rhône, qui est la voie la plus économique, mais aussi la plus longue; enfin, en admettant la liberté pour chacun de faire les transports sur le chemin de fer en payant un droit fixé par le tarif, il fallait subdiviser chacun des prix de ce tarif en *droit de péage* pour l'usage du chemin et en *droit de transport*, de telle sorte que les parties résultant de cette division fussent proportionnelles, l'une aux dépenses de construction et d'entretien du chemin, et l'autre aux dépenses d'établissement du matériel, aux frais annuels d'entretien de ce matériel et aux frais de traction.

C'est d'après ces bases qu'on a dressé le tarif qui suit :

TARIF DU PÉAGE.

1° MARCHANDISES, PAR TONNE ET KILOMÈTRE.	PRIX DE MARSEILLE À LYON.			PRIX DE LYON À MARSEILLE.		
	Péage.	Transport.	TOTAL.	Péage.	Transport.	TOTAL.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1re *classe.* — Houille, pierre à chaux et à plâtre, moellons, cailloux, sable, argile, tuiles, briques, ardoises, fumier et engrais, pavés et matériaux de toute espèce pour la construction et la réparation des routes, sel marin.....	0,07	0,05	0,12	0,05	0,03	0,08
2e *classe.* — Blés, grains, farines, chaux et plâtre, minerais, coke, charbon de bois, bois à brûler, perches, chevrons, planches, madriers, bois de charpente, marbres en bloc, pierre de taille,						

	PRIX DE MARSEILLE À LYON.			PRIX DE LYON À MARSEILLE.		
	Péage.	Transport.	TOTAL.	Péage.	Transport.	TOTAL.
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
bitumes, fonte brute, fer en barres ou en feuilles, plomb en saumon, faïences, verres à vitres et bouteilles	0,086	0,054	0,14	0,06	0,04	0,10
3e *classe.* — Fontes moulées, fer et plomb ouvrés, cuivre et autres métaux ouvrés ou non, vinaigres, vins, boissons et spiritueux, huiles, savons, cotons et autres lainages, chanvres, lin, tabac, bois de menuiserie, bois de teinture et autres bois exotiques, sucre, café, fruits secs, drogues, épiceries, denrées coloniales, poisson frais ou sec, garance moulue, cristaux, porcelaines, objets manufacturés	0,10	0,06	0,16	0,07	0,05	0,12
2° VOYAGEURS PAR PERSONNE ET KILOMÈTRE, NON COMPRIS L'IMPÔT SUR LES PLACES DÛ AU TRÉSOR.						
En voiture découverte et non fermée	0,044	0,022	0,066	0,044	0,022	0,066
En voiture couverte et non fermée	0,056	0,028	0,084	0,056	0,028	0,084
3° BESTIAUX PAR TÊTE ET KILOMÈTRE.						
Chevaux, mulets, bêtes de trait, bœufs, vaches et taureaux	0,06	0,04	0,10	0,06	0,04	0,10
Veaux, porcs	0,012	0,008	0,02	0,012	0,008	0,02
Moutons, brebis, chèvres	0,01	0,0075	0,0175	0,01	0,0075	0,0175
4° OBJETS DIVERS, PAR TONNE ET KILOMÈTRE.						
Voiture de maître sur plate forme (poids de la voiture et de la plate-forme cumulés)	0,09	0,07	0,16	0,07	0,06	0,13
Wagon, chariot ou autre voiture destinée aux transports sur le chemin de fer et y passant à vide, machine locomotive avec son *tender*, ne traînant pas de convoi	0,05	0,03	0,08	0,04	0,02	0,06

Ces wagons, chariots et voitures payeront comme voitures vides, toutes les fois que le chargement en marchandises ou en voyageurs ne produira pas un prix de péage au moins égal à celui qui serait dû pour ces voitures considérées comme vides.

Les machines locomotives avec leur *tender* payeront comme ne remorquant pas de convois, toutes les fois que le chargement en marchandises ou en voyageurs qui serait traîné par la machine ne produira pas un prix de péage au moins égal à celui qui serait dû pour cette machine avec son *tender* marchant sans traîner de convois.

ÉVALUATION DES PRODUITS.

Observations sur l'évaluation des produits.

Après avoir fixé les prix du tarif, il ne reste plus qu'à les appliquer au tonnage des marchandises et au nombre des voyageurs à transporter, d'après l'indication portée au chapitre IV, pour arriver à l'évaluation des produits que doit

rapporter le chemin de fer; mais, pour que cette évaluation fut exacte, il aurait encore fallu connaître les quantités de chaque espèce de marchandises dont se compose le mouvement commercial qui a lieu annuellement entre Lyon et Marseille. Il ne m'a pas été possible de me procurer ce document; en conséquence je me bornerai ici à évaluer approximativement ces produits en appliquant les prix moyens présumés résultant du tarif précédent aux marchandises et aux voyageurs dont les quantités ont été déja fixées.

Ainsi, on admettra que ces prix moyens seront les suivants :

		PRIX MOYEN PAR KILOMÈTRE.			PRIX MOYEN POUR TOUTE LA LIGNE.		
		Péage.	Transport.	TOTAL.	Péage.	Transport.	TOTAL.
		fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Pour une tonne de marchandises.	De Marseille à Lyon.....	0,086	0,054	0,14	29,842	18,738	48,58
	De Lyon à Marseille.....	0,06	0,04	0,10	20,82	13,88	34,70
Pour un voyageur, dans les deux sens.....		0,05	0,025	0,075	17,35	8,675	26,025

En appliquant ces prix moyens aux marchandises et aux voyageurs qui seront transportés annuellement, on trouve les résultats suivants :

	PRODUITS		
	DU PÉAGE.	DU TRANSPORT.	TOTAL.
1° Pour les 123,140 tonnes de marchandises transportées de Marseille à Lyon.....	3,674,743f 88c	2,307,397f 32c	5,982,141f 00c
2° Pour les 90,000 tonnes transportées de Lyon à Marseille.....	1,873,800 00	1,249,200 00	3,123,000 00
3° Pour les 70,000 voyageurs.....	1,214,500 00	607,250 00	1,821,750 00
TOTAUX des produits bruts.....	6,763,043 88	4,163,847 32	10,966,891 00
A déduire les frais annuels d'administration, ceux d'entretien du chemin et du matériel et les frais de traction, évalués au chapitre IV à.....	2,079,600 00	3,703,190 00	5,782,790 00
Reste pour produits nets.....	4,683,443 88	460,657 32	5,144,101 00
Capitaux dépensés à l'établissement du chemin et du matériel, évalués précédemment.....	59,236,184 00	4,841,000 00	64,077,184 00
Rapports entre les produits nets et les capitaux dépensés.....	0,f079	0,f095	0,f08

Résumé des produits.

Ces résultats font connaître que les produits nets du péage sur le chemin de fer donneraient 8 p. 0/0 des capitaux dépensés, qui se réduiraient à 6 1/2 si l'on prélève sur ces produits 1 pour l'amortissement du capital, et 1/2 pour la réserve destinée à faire face aux dépenses des réparations extraordinaires.

Si maintenant l'on veut bien se rappeler que l'évaluation des produits a été établie sur le mouvement qui a lieu dans ce moment entre Lyon et Marseille, et qui ne peut manquer de prendre un grand accroissement par suite de la construction du chemin de fer, on sera convaincu que, tout en faisant la part des mécomptes que peut amener l'exécution d'une aussi grande entreprise, il y a du moins pour elle des chances de bénéfices qui peuvent être considérables.

Mais il ne suffit pas que cette entreprise soit utile et productive, il faut encore qu'elle présente au commerce et à l'industrie des avantages en diminuant les prix des transports; or, l'on va voir qu'elle remplit également cette condition.

CHAPITRE VI.

COMPARAISON DES PRIX DES TRANSPORTS SUR LES VOIES EXISTANTES ET SUR LE CHEMIN DE FER; AVANTAGES DE CETTE DERNIÈRE VOIE DE COMMUNICATION.

Prix des transports sur les voies existantes.

Les renseignements que j'ai pris dans les établissements qui font les transports entre Lyon et Marseille, et qui ont été rectifiés par les documents présentés par la commission d'enquête du département des Bouches-du-Rhône, font connaître que les prix moyens de transport par les voies actuelles (en ayant égard aux frais d'assurance et autres frais accessoires pour les objets qui se transportent par le Rhône) sont établis comme il suit :

		Par le roulage.	Par le Rhône.
Pour la tonne de marchandises	de Marseille à Lyon.....	90f 00c	55f 00c
	de Lyon à Marseille.....	45 00	35 00
Pour les voyageurs dans les deux sens.....		34f 00c	

Prix des transports par le chemin de fer.

On a vu que ces prix seront par le chemin de fer.

Pour la tonne de marchandises	de Marseille Lyon	48f 58c
	de Lyon à Marseille.....	34 70
Pour les voyageurs dans les deux sens.....		26f 025c

A ces derniers prix, par la voie de fer, il faut ajouter pour les marchandises les frais de camionage, évalués moyennement à 2 fr. par tonne, et pour les voyageurs $\frac{1}{10}$ du prix des places dû au trésor; ce qui portera finalement les prix moyens de transport par le chemin de fer, savoir :

Pour une tonne de marchandises	de Marseille à Lyon à.....	50f 58c
	de Lyon à Marseille à.....	36 70
Pour les voyageurs dans les deux sens à.....		28f 63c

Comparaison des prix de transport par les voies existantes et par le chemin de fer.

Si l'on compare ces derniers prix à ceux que l'on paye par le roulage et le Rhône, on trouve les résultats suivants :

Les prix de transport par le chemin de fer seront :
- Pour les marchandises à la remonte : inférieurs de 43, 8 p. 0/0 à ceux par le roulage; inférieurs de 8, 04 p. 0/0 à ceux par le Rhône.
- Pour les marchandises à la descente : inférieurs de 18, 44 p. 0/0 à ceux par le roulage; supérieurs de 4, 86 p. 0/0 à ceux par le Rhône.
- Pour les voyageurs dans les deux sens. inférieurs de 15, 8 p. 0/0 à ceux par les voies actuelles.

Enfin, si l'on applique à la quantité des transports annuels qui s'effectuent dans ce moment, tant par le roulage que par le Rhône (voir les documents statistiques n° 3), le prix que l'on paye par ces voies, on trouvera que la dépense de ces transports se divise comme il suit :

PAR LE ROULAGE.	
40,000 tonnes de Marseille à Lyon, à 90f la tonne.....	3,600,000f 00c
20,000 tonnes de Lyon à Marseille, à 45f.....	900,000 00
PAR LE RHÔNE.	
83,140 tonnes de Marseille à Lyon, à 55f.....	4,572,700 00
70,000 tonnes de Lyon, à Marseille, à 35f.....	2,450,000 00
VOYAGEURS.	
70,000 dans les deux sens, à..... 34f, prix moyen.....	2,380,000 00
TOTAL de la dépense des transports par les voies existantes.....	13,902,700 00

Si ces transports s'effectuaient sur le chemin de fer, l'on a vu dans le chapitre précédent qu'ils s'élèveraient à la dépense totale de.....	10,926,891f 20c	
A quoi il faut ajouter :		
Les frais de camionage des 213,140 tonnes de marchandises à 2f.....	426,280 00	
1/10 des prix des places des voyageurs dû au trésor, ci.....	182,175 00	
Ce qui porterait la dépense totale de ces transports par le chemin de fer à....	11,535,346 20	11,535,346 20

L'on obtiendrait donc par le chemin de fer une économie annuelle sur les transports qui s'élèverait à..... 2,367,353 80

Ou à plus de 17 p. 0/0 de la dépense actuelle des transports.

Avantages du chemin de fer.

Tous ces résultats démontrent que les prix actuels de transport subiront une diminution notable par l'emploi du chemin de fer de Lyon à Marseille ; mais ce n'est pas le seul bénéfice que retirera le commerce de cette nouvelle voie, car le temps économisé dans ces transports a également une valeur d'une certaine importance pour plusieurs marchandises, et qui est fort grande pour les voyageurs, et surtout pour les négociants, qui profiteront de cette voie rapide pour

aller régler eux-mêmes leurs affaires, et se livrer à des spéculations dont quelques heures de retard peuvent souvent compromettre le succès. Or, la durée du trajet de Marseille à Lyon, qui, pour les marchandises, est de 9 à 10 jours par le roulage, et de 30 à 35 jours par le Rhône, ne sera plus que de 14 à 15 heures par le chemin de fer; et les voyageurs ne mettront que 10 heures à faire ce trajet, qui leur demande dans ce moment de 37 à 48 heures.

Ainsi, sans chercher à assigner en argent la valeur de la rapidité que procurera le chemin de fer dans les transports, toujours est-il que cette rapidité, en permettant aux négociants de faire plus d'affaires dans un même temps, d'étendre davantage leurs spéculations et de donner plus de développement à leur industrie, augmentera considérablement leurs bénéfices.

Le commerce trouvera de plus, dans cette nouvelle voie, l'avantage de pouvoir faire arriver les marchandises à jour et presque à heure fixe, sans crainte d'avaries, de retards ou d'infidélité de la part des voituriers, tandis que le transport par le Rhône offre, comme on l'a déjà dit, par ses difficultés, ses retards et ses interruptions fréquentes, une incertitude fâcheuse dans l'arrivage des marchandises qui sont expédiées par cette voie.

Ainsi, l'établissement d'un chemin de fer entre Lyon et Marseille procurera au commerce, sous le rapport de l'économie, de la rapidité, de la sécurité et de la régularité dans les transports et dans l'arrivage des marchandises, des avantages que ne présentent pas les voies actuelles. Les relations commerciales entre ces deux villes ne pourront donc que prendre un grand accroissement par l'exécution de cette nouvelle voie de communication; en conséquence tout porte à croire que ce chemin de fer est, parmi les grandes lignes de cette espèce qu'il est possible d'entreprendre en France, une de celles qui offrent le plus de chances de succès.

CHAPITRE VII.

TRACÉ DU CHEMIN DE FER SUR LA RIVE DROITE DU RHÔNE, ET COMPARAISON DE CE TRACÉ AVEC CELUI SUR LA RIVE GAUCHE.

Nécessité des études sur la rive droite du Rhône, pour pouvoir comparer les tracés sur les deux rives de ce fleuve.

Avant de décrire le tracé du chemin de fer sur la rive gauche du Rhône, j'ai fait observer que l'inspection seule de la vallée dans laquelle coule ce fleuve, suffisait pour faire pressentir que cette rive devait être plus favorable que la rive opposée à l'établissement de ce chemin. Toutefois, les instructions de M. le directeur général des ponts et chaussées portant que les études du chemin de fer de Lyon à Marseille seraient faites sur les deux rives, nous avons dû, mes collaborateurs et moi, nous occuper également du tracé de ce chemin sur la rive droite, afin de pouvoir comparer ensuite les deux tracés et mettre l'administration à même de se prononcer en toute connaissance de cause sur le choix qu'elle avait à faire.

Ce chapitre sera donc consacré à faire connaître les résultats des études qui ont été faites sur la rive droite du Rhône, pour l'établissement du chemin de fer; mais, avant de passer aux détails du tracé fait sur cette rive, il convient d'exposer succinctement les difficultés qu'on avait à vaincre.

Indication générale des difficultés à vaincre pour l'établissement du chemin de fer sur la rive droite.

Ces difficultés sont de différentes natures; d'abord, à des plaines généralement basses et submersibles succèdent des plateaux qui s'élèvent brusquement de 10, 15 et 20 mètres au-dessus du Rhône, ou des coteaux et des rochers escarpés qui s'avancent jusqu'au fleuve; d'un autre côté, la rive droite est sillonnée par de nombreux torrents et ravins qui, dans des temps de pluies et d'orages, charrient des masses considérables de graviers et de pierres qui ont élevé leurs lits au-dessus des plaines à une hauteur telle qu'on ne peut les traverser avec un chemin de fer, qu'en établissant sur les plaines des levées fort hautes, ou en passant sous les lits de ces torrents avec de profondes tranchées; enfin les villes et villages que l'on rencontre sur cette rive sont presque tous adossés d'un côté à des coteaux abruptes ou à des rochers à pic, et baignés de l'autre par le Rhône, de manière que l'on ne peut y établir un chemin de fer

qu'en souterrain ou dans le fleuve; tels sont les villages de Saint-Pierre-de-Bœuf, d'Andance, de Serrière, de Mauves, de Châteaubourg, de Soyons, de la Voulte, du Pousin, de Baix, du Teil, du bourg Saint-Andéol, de Roquemaure, de Villeneuve, d'Aramon, ainsi que les villes de Givors, Tournon et Viviers.

A toutes ces difficultés viennent se joindre celles que présente, pour l'établissement d'une nouvelle voie de fer, le chemin déjà établi entre Lyon et Saint-Étienne, et qui, se trouvant placé jusqu'à Givors au pied du coteau sur le bord du Rhône, et quelquefois dans le lit de ce fleuve, rend fort difficile et extrêmement dispendieux l'établissement d'un nouveau chemin de fer dans cette localité; l'on ne pouvait d'ailleurs penser à emprunter ce chemin jusqu'à Givors pour le service des transports de Lyon à Marseille, car, outre que l'entre-voie du chemin de fer de Saint-Etienne serait trop étroite pour les marchandises à transporter de Lyon à Marseille, que les rails sont trop faibles, et que ce chemin enfin n'est pas établi dans les conditions que comporte une voie de grande communication, son insuffisance pour le service d'une double circulation aussi active que celle entre Saint-Étienne et Lyon, et entre cette dernière ville et Marseille, ferait bientôt sentir la nécessité de construire de nouvelles voies, c'est-à-dire d'accoler à grands frais un nouveau chemin à celui qui existe. Il est vrai qu'on pourrait éviter toutes ces difficultés, et tout contact avec le chemin de Saint-Étienne, en conservant le tracé sur la rive gauche depuis Lyon jusqu'à la plaine de Chasse, et en traversant le Rhône en ce point, immédiatement au-dessous de Givors, pour gagner la rive droite. Ce serait sans doute le meilleur parti à prendre, quoique d'ailleurs fort dispendieux, à cause des deux grands ponts à construire sur le Rhône, si d'ailleurs la rive droite du fleuve se prêtait partout ailleurs d'une manière convenable à l'établissement du chemin de fer; mais il n'en est pas ainsi, comme on va le voir par les détails dans lesquels je vais entrer sur le tracé qui a été fait sur cette rive.

Longueur du tracé sur la rive droite, et division de ce tracé.

Le développement total de ce tracé, depuis Lyon jusqu'à Marseille, est de	352,985 m
Il traverse le Rhône à Tarascon pour venir se joindre près de cette ville au tracé de la rive gauche, qu'il emprunte ensuite jusqu'à Marseille sur une longueur de	97,145
De manière que le nouveau tracé ne contient qu'un développement de	255,840

Dans l'exposé sommaire que je vais donner de ce nouveau tracé, je diviserai sa longueur en trois sections :

La première section s'étend depuis la presqu'île Perrache à Lyon jusque près de Limony, à la limite supérieure du département de l'Ardèche, sur une longueur de..... 52,823[m]

La deuxième, depuis ce dernier point jusqu'à Roquemaure, sur. 165,750

Et la troisième enfin depuis Roquemaure jusqu'à la jonction, près de Tarascon, avec le tracé de la rive gauche, sur..... 37,267

Total comme ci-dessus..... 255,840

Les études du tracé des 1re et 3e sections ont été confiées à M. l'ingénieur ordinaire Garella, et celles de la 2e à M. de Montricher.

Les plans et profils relatifs à ces études ont été classés dans quatre atlas ou registres sous les nos I, II, III et IV.

Ire SECTION[1].

DEPUIS LA PRESQU'ÎLE PERRACHE, À LYON, JUSQUÀ LA LIMITE SUPÉRIEURE DU DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE, PRÈS LIMONY, SUR 52,823 MÈTRES.

Fixation du point de départ du chemin, et tracé depuis Lyon jusqu'à Givors.

Le point de départ du tracé a dû être fixé dans la presqu'île Perrache, par les motifs développés précédemment en exposant le tracé sur la rive gauche. En partant donc de ce point, deux partis se présentaient pour aller à Givors, celui de traverser le Rhône comme dans le premier tracé, de conserver ensuite ce tracé jusqu'à la plaine de Chasse, et de repasser le fleuve au-dessous de Givors pour gagner la rive droite, ou bien celui de s'accoler au chemin de fer de Lyon à Saint-Étienne sur la plus grande partie de sa longueur jusqu'au canal de Givors.

L'on vient de dire que le premier parti paraîtrait devoir être préféré pour éviter tout contact avec le chemin de fer de Saint-Étienne, et les difficultés d'établissement qui en seraient la suite; j'ajouterai qu'en prenant ce parti on pourrait, comme dans le projet proposé, diriger un embranchement sur le quar-

[1] Les détails de cette partie du tracé sont contenus :
1° Dans les plans de l'atlas n° I, depuis le n° 1 jusqu'au n° 5.
2° Dans les profils en long nos 1 et 2 du registre n° II.
3° Dans les profils en travers du registre n° IV.

tier des Brotteaux pour rapprocher davantage l'arrivée du chemin du centre de la ville de Lyon, et pour desservir la ville de la Guillotière; mais enfin si l'on se décidait pour le second parti, celui de s'accoler au chemin de fer de Saint-Étienne, voici les travaux auxquels on serait conduit.

Il faudrait d'abord s'établir sur de hautes levées dans toute l'étendue de la presqu'île Perrache, puis élargir le pont de la Mulatière, et le souterrain à la suite pour y faire passer le nouveau chemin, continuer ensuite à s'établir sur des levées assez hautes dans les plaines basses que l'on rencontre jusqu'à Irigny, et placer enfin le chemin à Irigny et depuis Vernaison jusqu'au delà de Grigny, dans le Rhône, sur une longueur d'environ 11,000 mètres, et dans des profondeurs d'eau considérables, en s'y établissant sur des enrochements.

L'on voit donc que, quelque parti que l'on prenne pour l'établissement du chemin de fer entre Lyon et Givors, la dépense en serait fort considérable; aussi s'est-on borné pour cette partie du chemin, dont le tracé se trouve déterminé par celui de la rive gauche, si l'on s'établissait sur cette rive, ou par celui du chemin de Saint-Étienne, si l'on s'accolait à ce chemin, à présenter l'évaluation approximative de la dépense.

De Givors à Ste-Colombe.

Arrivé au canal de Givors, dans l'hypothèse où l'on s'accolerait au chemin de Saint-Étienne, il faut quitter le tracé de ce chemin pour venir gagner le bord du Rhône, ce que l'on ne peut faire qu'en traversant la ville de Givors dans son milieu, ou en la contournant et passant en souterrain la montagne à laquelle sont adossées les dernières maisons de cette ville. L'importance des constructions qu'il faudrait détruire en traversant Givors a déterminé à prendre le second parti; en conséquence, après avoir traversé le Gier et la Gare, on se dirige derrière la ville de Givors pour passer sous la montagne au moyen d'un souterrain de 230 mètres de longueur, et venir ensuite s'établir sur une digue au bord du fleuve dont on s'éloigne bientôt en se développant dans la plaine du Loir et en passant sous ce village. A l'extrémité de cette plaine on se rapproche de nouveau du Rhône et l'on s'établit en coupure dans les rochers qui bordent le fleuve, après quoi l'on traverse l'île Barlet et l'on vient se développer dans la plaine qui précède Sainte-Colombe en passant au-dessous de Saint-Romain.

De Sainte-Colombe au village Tupin.

Arrivé à Sainte-Colombe l'on passe en tranchée derrière ce village pour venir rejoindre le bord du Rhône, qu'on longe ensuite jusqu'en face du hameau

de Romilly; à partir de ce point le tracé se maintient toujours à côté et au-dessous du chemin de Sainte-Colombe à Condrieu jusqu'au village Tupin, en passant au-dessous du hameau du Vernay et dans le village d'Ampuis.

Du village Tupin à Saint-Pierre-de-Bœuf.

En face du village de Tupin, le Rhône se divise en deux branches, dont l'une suit le pied du coteau en y formant une courbe d'un rayon trop petit pour pouvoir y assujettir le tracé du chemin de fer; en conséquence, on traverse en levée l'île comprise entre ces deux bras du Rhône pour venir passer ensuite au-dessous de Condrieux et derrière le faubourg de la Maladière, après quoi l'on traverse, au moyen d'un souterrain de 130 mètres de longueur, le rocher au pied duquel se trouvent les hameaux de Verin et Rochemolle, pour venir ensuite se développer dans la belle plaine de Saint-Pierre-de-Bœuf, en passant sous Verlieu.

De Saint-Pierre-de-Bœuf à la limite du département de l'Ardèche.

Le village de Saint-Pierre-de-Bœuf étant placé dans un cap au bord du Rhône et adossé à la montagne, il fallait ou le contourner avec une courbe de 500 mètres de rayon en se jetant dans le fleuve, ou entrer en souterrain derrière ce village. L'on a pris ce dernier parti qui conduit à un meilleur tracé et diminue la longueur du chemin. Après le passage de ce souterrain, dont la longueur est de 730 mètres, on vient joindre la route royale n° 86, au-dessous de laquelle on s'établit en la déplaçant sur quelques points et en longeant le Rhône jusqu'à la fin de cette section, c'est-à-dire jusqu'à la limite supérieure du département de l'Ardèche.

II^e^ SECTION[1].

DEPUIS LA LIMITE SUPÉRIEURE DU DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE JUSQU'À ROQUEMAURE, SUR UNE LONGUEUR DE 165,750 MÈTRES.

De la limite du départem^t^ de l'Ardèche à Serrières.

Le tracé, parvenu à la limite du département de l'Ardèche au hameau des Arcoules, s'éloigne du Rhône, pour traverser la plaine de Limony, passer sous ce village et arriver, en se rapprochant de nouveau du fleuve, au village important de Serrières.

[1] Les détails de cette partie du tracé sont contenus :
1° Dans les plans, depuis le n° 7 jusqu'au n° 24 de l'atlas n° I.
2° Dans les profils en long, depuis le n° 3 jusqu'au n° 24 des registres n^os^ II et III.
3° Dans les profils en travers du registre n° IV.

De Serrières à Andance.

Ce village, qui d'un côté est adossé à la montagne et qui de l'autre borde le Rhône, ne peut être traversé qu'en s'établissant dans le fleuve sur une digue revêtue en perrés et en occupant une partie du quai actuel; l'on se trouve ensuite dans les plaines de Peyraud et de Champagne que l'on traverse en passant sous ces villages et en s'établissant en levée dans la première de ces plaines sur une longueur de 3,000 mètres. L'on arrive ainsi à Andance que l'on passe, en coupant des bâtiments, de la même manière, mais avec plus de difficultés qu'à Serrières, à cause du pont suspendu dont la hauteur au-dessus de l'étiage du Rhône, n'étant que de 7m.50, ne permet pas de passer dessous ce pont.

D'Andance à la rivière du Doubs.

En sortant d'Andance, l'on se trouve jusqu'à la rivière du Doubs dans un terrain fort tourmenté et composé successivement de plaines et de coteaux ou plateaux s'avançant jusqu'au Rhône, qu'on n'a pu traverser qu'avec des pentes de $\frac{1}{100}$ et en s'établissant au bord du fleuve. Le tracé, dirigé d'ailleurs au-dessous des villages de Sarras et d'Arras, vient passer les rivières de la Cance et du Doubs un peu au-dessous des ponts de la route royale n° 86.

De la rivière du Doubs à la plaine de la Goule; traversée de Tournon.

Après le passage du Doubs, l'on se trouve à l'entrée de la ville de Tournon que l'on ne peut traverser qu'en se jetant dans le Rhône, ou en passant en souterrain dans le rocher contre lequel cette ville est adossée. Les contours et la profondeur du fleuve s'opposaient à ce qu'on adoptât le premier parti; l'on s'est donc déterminé pour le second, en passant en souterrain derrière la ville de Tournon sur une longueur de 685 mètres. L'on traverse ensuite les plaines tourmentées de Tournon et de Glun, en passant au bord du Rhône, sous le village de Mauves, et l'on arrive au coteau escarpé qui commence un peu au-dessous de Glun et dont le pied est baigné par le fleuve sur une longueur de 1,750 mètres. L'établissement du chemin de fer dans cette localité fort difficile n'a pu se faire qu'au pied du coteau sur des perrés défendus par des enrochements. L'on passe ensuite dans le Rhône, au devant de Châteaubourg, et l'on se trouve dans la plaine de la Goule, à l'extrémité de laquelle on est encore obligé de s'établir sur des perrés le long du fleuve.

De la plaine de la Goule au torrent de Turson.

L'on traverse ensuite les plaines de Saint-Perray et de Guillerand et l'on arrive au village de Soyons que l'on traverse sur une digue dans le Rhône, après quoi l'on s'établit dans la plaine de Charmes jusqu'au torrent de Turson, que l'on traverse à son embouchure dans le fleuve.

Du torrent de Turson à la Voulte.

Après le passage de ce torrent, les difficultés, qui déjà sont fort grandes pour l'établissement du chemin de fer jusqu'à ce point, se multiplient et croissent à mesure que l'on descend, de manière que le tracé devient fort tourmenté, très-sinueux et presque constamment établi ou sur de longues levées, ou dans de fortes tranchées, ou enfin sur des digues au bord du Rhône.

Ainsi, après avoir traversé sur un pont accompagné de levées assez hautes la rivière de Leyrieux à Beauchastel, on entre en coupure dans le seuil des Gounettes qui sépare cette rivière de la plaine basse de la Voulte, que l'on traverse en levée pour venir ensuite passer au devant de ce village, en partie sur le quai et en partie dans le Rhône.

De la Voulte à Baix.

En quittant la Voulte, on se trouve de nouveau dans une plaine très-basse que l'on traverse en levée pour venir gagner le coteau fort escarpé qui borde le Rhône jusqu'au Pouzin, sur une longueur de 4,100 mètres, où l'on trouve le roc presque partout. Dans cette localité fort difficile et très-tourmentée, le chemin de fer est établi, tantôt dans le Rhône sur des digues, et tantôt sur l'emplacement de la route royal en° 86, que l'on rejette dans le coteau; l'on traverse ensuite sur une digue bordant le fleuve le village du Pouzin qui est adossé à la montagne, et l'on en fait de même pour le village de Baix, après avoir traversé en levée, jusqu'au delà de la rivière de Peyre, la plaine qui sépare ces deux villages.

De Baix au Teil.

Après la traversée de Baix, le tracé continue à longer le Rhône jusqu'au torrent de Gournereit, après quoi l'on s'établit en levée sur presque toute la plaine submersible qui s'étend jusqu'à Rochemaure, en passant au-dessous des villages de Cruas et de Meysse et en traversant en tranchée les torrents de Cichet, des Boutières, de Cruas et de Laveton, qui conséquemment franchiraient le chemin de fer sur des ponts ravins accompagnés latéralement par des murs jusque vers la montagne, pour empêcher le déversement sur la voie de fer des matières en grande quantité que charrient ces torrents dans les temps de pluies et d'orages. Par suite de la disposition de ce tracé, on évite la haute falaise composée de pierres calcaires en décomposition que l'on trouve entre Cruas et Meysse. L'on passe ensuite le torrent de Chambeyrol près de son embouchure et le village du Teil au bord du Rhône sur une digue.

Du Teil au bourg Saint-Andéol.

Après avoir passé le Teil, le tracé se développe successivement dans les plaines basses et dans les coteaux que l'on trouve entre ce village et l'Escoutay.

L'on traverse ensuite près de son embouchure, avec des pentes et des contre-pentes de $\frac{1}{200}$, cette rivière fort mauvaise et qui présente un lit très-étendu; après quoi l'on s'établit en levée dans la plaine basse au-dessous de Viviers, immédiatement contre les rochers sur lesquels cette ville est bâtie; enfin après avoir traversé les plaines de Saint-Montant et du bourg Saint-Andéol, l'on arrive à ce bourg que l'on ne peut passer qu'en s'établissant avec beaucoup de difficultés sur une digue dans le Rhône, en détruisant plusieurs bâtiments et en occupant une partie du quai existant.

Du bourg Saint-Andéol à l'Ardèche.

L'on rencontre ensuite le plateau élevé de Saint-Marcel et de Saint-Just qui sépare la plaine de Saint-Andéol de la vallée de l'Ardèche et qui s'élève brusquement en s'étendant jusqu'au Rhône. L'on ne pouvait suivre les contours brusques et nombreux que présente le bord escarpé du plateau; en conséquence, l'on s'est décidé à le traverser en coupure avec des pentes et contre-pentes de $\frac{1}{200}$, après quoi l'on s'établit dans la vallée de l'Ardèche, sur une levée dont la hauteur est de 12^{m}.50, au point où l'on traverse cette rivière.

De l'Ardèche à Roquemaure.

Après avoir passé l'Ardèche à 100 mètres au-dessous du pont de la route royale n° 86, l'on vient gagner le plateau du Pont-Saint-Esprit, en passant à 300 mètres derrière cette ville; l'on descend ensuite dans la plaine basse au pied du coteau avec d'assez fortes coupures et d'assez grands reliefs, et l'on traverse les plaines de Saint-Georges et de Saint-Étienne-des-Sorts, après avoir passé en souterrain les deux coteaux qui séparent ces plaines et bordent le Rhône. L'un des souterrains a 220 mètres et l'autre 285 mètres de longueur. L'on passe ensuite derrière Codolet, en se tenant en relief pour franchir la Cèze, après quoi l'on traverse en coupure le seuil qui sépare la plaine de Codolet de celle de Montfaucon, puis enfin l'on s'établit dans cette dernière plaine en levée sur une longueur de 3,600 mètres jusqu'à Roquemaure.

Passage de Roquemaure.

Le passage de Roquemaure, entre le Rhône et les maisons de ce village, offrait de grandes difficultés et exigeait la démolition de plusieurs bâtiments; en conséquence, l'on s'est déterminé à passer derrière en traversant en souterrain, sur une longueur de 285 mètres, la crête de rochers qui s'avance jusqu'à Roquemaure.

III^e SECTION[1].

DEPUIS ROQUEMAURE JUSQU'À LA JONCTION AVEC LE TRACÉ DE LA RIVE GAUCHE, À TARASCON, SUR UNE LONGUEUR DE 37,267 MÈTRES.

De Roquemaure à Villeneuve-lez-Avignon.

Après le souterrain de Roquemaure, le tracé est établi en levée dans la plaine basse qui suit ce souterrain jusque sous le village de Sauveterre où l'on entre en coupure dans le coteau sur lequel est placé ce village, et que l'on quitte bientôt pour se remettre en levée dans la plaine jusqu'au pied de la chaîne de rochers qui, depuis le hameau du Four, s'étend jusqu'à Villeneuve. L'on s'établit en coupure dans ces rochers, puis sur une haute levée dans la partie de la plaine qui précède Villeneuve, pour venir gagner le bord du Rhône au-dessous de cette ville, en passant contre le rocher à pic sur lequel est bâti le fort Saint-André. Le tracé longe ensuite le Rhône et traverse en souterrain, sur une longueur de 345 mètres, une pointe de rochers qui s'avance jusqu'au fleuve.

De Villeneuve à Aramon.

Après le souterrain de Villeneuve, l'on arrive dans la plaine submersible des Angles qui, quoique garantie par une digue bordant le fleuve, n'en est pas moins couverte dans les grandes crues par les eaux de retour, et où conséquemment il faut se soutenir en levée jusque vers les rochers des Issards. On s'établit ensuite au pied de ces rochers sur le bord du Rhône, et après avoir passé au-dessus de la ferme de Venède et au-dessous de Saint-Pierre, l'on arrive à Aramon, où l'on s'établit en coupure dans les rochers contre lesquels une partie de ce village est adossée.

D'Aramon à Beaucaire et jonction avec le tracé de la rive gauche à Tarascon.

En quittant Aramon, l'on se trouve de nouveau dans une plaine basse, où l'on s'établit en relief jusqu'au Gardon que l'on traverse à Comps-Saint-Étienne; l'on arrive ensuite au rocher en face de Valabregues, qui s'élève à pic, et n'est séparé du Rhône que par la route royale n° 86, qui passe à son pied. Il faut de toute nécessité percer ce rocher sur une longueur de 400 mètres, se jeter ensuite dans le bras du Rhône qui longe la route royale sur une longueur de 1,000 mètres, et gagner enfin la plaine basse de Beaucaire, où l'on s'établit en levée au-dessus des plus grandes eaux, en passant contre le rocher à côté du château des

[1] Les détails de cette partie du tracé sont contenus :
1° Dans les plans, depuis le n° 25 jusqu'au n° 28 de l'atlas n° I.
2° Dans les profils en long n° 24 du registre n° III.
3° Dans les profils en travers, registre n° IV.

Marguilliers. Arrivé auprès, et un peu au-dessus du champ de foire, à environ 1,100 mètres du pont suspendu de Beaucaire, l'on se retourne pour traverser le fleuve, et venir joindre, au moyen d'une courbe, le tracé de la rive gauche, près de Tarascon.

COMPARAISON DE CE TRACÉ AVEC CELUI DE LA RIVE GAUCHE.

Observations sur les résultats du tracé sur la rive droite, et comparaison de ce tracé avec celui de la rive gauche sous les rapports des longueurs et des dépenses.

La description sommaire que l'on vient de donner du tracé étudié sur la rive droite suffit pour faire connaître toutes les difficultés que présente cette rive pour l'établissement d'un chemin de fer, et les imperfections nombreuses qu'offre ce tracé, et qui sont inévitables dans une pareille localité. Cependant, quoiqu'on ait cherché par des sinuosités multipliées à éviter les grandes tranchées ou les hautes levées, et conséquemment les grandes dépenses, le chemin de fer établi suivant le tracé sinueux qne l'on présente coûterait, comme on va le voir, beaucoup plus que sur la rive gauche. Que serait-ce donc si on avait voulu redresser ce tracé? Les parties souterraines y sont aussi beaucoup plus nombreuses que dans le tracé sur la rive gauche; d'un autre côté, l'établissement du chemin de fer dans le Rhône, sur plus de 20,000 mètres de longueur, indépendamment des passages très-difficiles dans le fleuve des villes ou villages de Serrières, Andance, Mauves, Châteaubourg, Soyons, la Voulte, le Pouzin, Baix, le Teil, Saint-Andéol et Villeneuve, conduirait à des dépenses fort considérables, qu'il est difficile d'apprécier, et au-dessous desquelles on reste toujours dans les évaluations, lorsque, comme ici, il s'agit de travaux en rivière. Les ponts et ouvrages d'art sont d'ailleurs aussi importants et plus nombreux que sur la rive gauche. Ils seraient généralement plus difficiles à établir, à cause de l'impétuosité des torrents et cours d'eaux qu'il faut traverser, et qui étant pour la plupart rasants et sans lit déterminé, exigeraient des travaux accessoires très-dispendieux, pour défendre le chemin de fer, aux abords de ces ponts, des attaques de ces torrents. Enfin, l'on peut résumer comme il suit la comparaison entre les tracés sur les deux rives du Rhône (voir l'estimation sous le n° 19, placée à la fin de ce mémoire.

1° Le développement du chemin est...	sur la rive droite de.....	352,985 mèt.
	sur la rive gauche de.....	346,600
Augmentation de longueur sur la rive droite.....		6,385

2° La longueur des souterrains est.....	sur la rive droite de.....	7,865 mèt.
	sur la rive gauche de.....	4,556
Augmentations des souterrains sur la rive droite.....		3,309
3° Les dépenses sont évaluées.....	sur la rive droite.....	59,043,659f 00c
	sur la rive gauche, en comprenant l'embranchement de Tarascon...	50,926,105 00
Augmentation des dépenses sur la rive droite.....		8,117,554 00

A cette somme il faut ajouter les intérêts cumulés à 2 p. 0/0 par semestre, des versements successifs nécessaires pour faire face à cette augmentation de dépenses réparties en six années, et qui produisent au bout de ce temps une somme de..... 1,138,486 91

Ce qui porte l'augmentation totale de la dépense pour l'établissement du chemin sur la rive droite, à..... 9,256,040 96

Ainsi donc l'on dépenserait finalement sur la rive droite 9,256,040 fr. 96 c. de plus que sur la rive gauche, pour avoir un mauvais chemin de fer, sinueux et plus long.

Comparaison des deux rives sous le rapport des intérêts commerciaux.

Si maintenant l'on compare les deux rives sous le rapport des intérêts commerciaux et industriels, la préférence restera encore à la rive gauche, pour l'établissement du chemin de fer; car, comme on l'a déjà dit, c'est sur cette rive que se trouvent toutes les villes de quelque importance, et que les habitudes formées et les besoins du commerce réclament l'exécution de cette nouvelle voie; ainsi, à égalité de dépenses même, il faudrait placer sur la rive gauche le chemin de fer de Lyon à Marseille, qui, du reste, ne sera pour les habitants de cette rive qu'un juste dédommagement de la perturbation dans les industries et de la souffrance momentanée que leur causera la substitution de cette voie perfectionnée à la route royale dont ils sont depuis si longtemps en possession. L'on ne peut d'ailleurs se dissimuler que la route n° 86, de Lyon à Beaucaire, qui existe sur la rive droite, et à l'achèvement de laquelle on travaille dans ce moment, ne suffise amplement à tous les besoins de cette rive.

Tracé sur la rive droite, considéré sous le point de vue militaire.

Enfin, si l'on considère l'établissement du chemin de fer sous le point de vue militaire, l'on voit que la défense est peu intéressée au choix de l'une ou de l'autre rive du Rhône; car cette nouvelle voie, placée sur la rive gauche, ne pourrait, dans le cas d'une invasion, servir à l'ennemi qui la trouverait interrompue par l'enlèvement seul de quelques rails, tandis qu'elle serait longtemps et jusqu'à la dernière extrémité d'une grande utilité à l'armée défensive pour le transport rapide des troupes et des approvisionnements. Si le chemin de fer était placé sur la rive droite, l'ennemi, devenu maître de la rive gauche, l'aurait démonté dans quelques heures; car, comme il se trouverait établi sur une grande partie de sa longueur, immédiatement au bord du fleuve, il serait battu facilement, et avec une grande puissance par le canon. On ne conçoit pas d'ailleurs comment l'on pourrait défendre ou s'opposer à l'interruption d'une ligne de chemin de fer de plus de 60 lieues, lorsque quelques hommes traversant pendant la nuit le Rhône dans un bateau suffiraient pour couper le chemin en enlevant quelques rails. Ainsi, la voie de fer établie sur la rive droite ne serait pas longtemps utile à l'armée défensive repoussée au delà du fleuve. Il faut donc conclure que l'intérêt militaire est tout à fait secondaire, ou plutôt nul dans la question du choix de l'une ou de l'autre rive du fleuve, pour l'établissement du chemin de fer, et que dès lors ce choix doit être subordonné aux intérêts civils et commerciaux. Or, j'ai fait voir que sous ce rapport, comme sous celui du tracé et de la dépense du chemin, tout militait en faveur de la rive gauche.

Rejet du tracé sur la rive droite.

D'après toutes ces considérations et les résultats de la comparaison des études faites sur les deux rives du Rhône, l'on n'a pas balancé à rejeter le tracé de la rive droite, et à donner la préférence à la rive opposée pour l'établissement du chemin de fer de Lyon à Marseille.

CHAPITRE VIII.

EXPOSÉ SOMMAIRE DES DIVERS TRACÉS QUI ONT ÉTÉ ÉTUDIÉS ENTRE LA DURANCE ET MARSEILLE, ET COMPARAISON DE CES TRACÉS AVEC CELUI QUE L'ON PROPOSE.

Indication générale des deux tracés étudiés.

Indépendamment du tracé proposé pour le chemin de fer entre la Durance et Marseille, il se présentait entre ces deux points, comme on l'a déjà dit, deux autres tracés qui ont été également étudiés. Le premier consistait à suivre les bords de la mer depuis Bouc jusqu'à Marseille, et le second, à remonter la Durance jusqu'à Senas, à passer ensuite à Lamanon, Salon, Pelissanne, Aix, Fuveau, et à arriver par la vallée de l'Heuvaune à Marseille, dans l'anse des Catalans.

Je vais dans ce chapitre exposer sommairement les résultats des études faites dans ces deux directions, que l'on comparera ensuite avec celle qui passe par Tarascon, Arles et les Martigues, et que l'on a adoptée.

TRACÉ LE LONG DE LA MER ENTRE BOUC ET MARSEILLE.

Motifs de ce tracé.

Avant d'adopter définitivement le tracé entre la Durance et Marseille passant par Arles et les Martigues, qui a été décrit précédemment, et qui, comme on l'a vu, exige un souterrain de 3,640 mètres, pour franchir la chaîne de montagnes qui sépare l'étang de Berre du bassin de Marseille, l'on a dû examiner si en conservant le tracé depuis la Durance jusqu'à Bouc, et en traversant l'étang de Caronte sur les salines derrière le port, il ne serait pas possible de contourner la chaîne de montagnes dont il s'agit, en établissant le chemin de fer sur les bords de la mer, et d'éviter ainsi le long souterrain du premier tracé.

Difficulté du terrain, impossibilité d'y établir le chemin.

Cependant la disposition des localités était peu favorable à ce contournement. La côte, avec ses anses nombreuses et profondes, bordée sur une grande partie de sa longueur par des masses de rochers, s'élevant presque à pic au-

dessus de la mer, et interrompues par de larges vallées très-basses, et par des ravins nombreux, présentait de fort grands obstacles à l'établissement d'un chemin de fer. Toutefois, on espérait pouvoir, par des études faites avec soin, aplanir quelques-unes de ces difficultés; en conséquence, des opérations longues et pénibles ont été entreprises le long de la mer, depuis Bouc jusqu'à Marseille; mais toutes ces opérations et les études auxquelles on s'est livré n'ont finalement abouti qu'à démontrer l'impossibilité d'établir un chemin de fer dans une pareille localité, ni même de présenter un tracé tant soit peu raisonnable; car, à quelque élévation qu'on tînt le chemin, l'on ne pouvait éviter un grand nombre de souterrains courbes, tracés avec des rayons auxquels on ne pouvait qu'à grand'peine donner 500 mètres. Si pour diminuer le nombre de ces parties souterraines l'on soutenait le tracé à une assez grande hauteur au-dessus de la mer, on tombait alors dans des travaux gigantesques pour traverser les vallées, les anses et les profonds ravins; si au contraire, pour éviter ces grands ouvrages, on se tenait à une faible élévation, alors le chemin de fer n'offrait plus qu'une ligne souterraine et sinueuse presque continue.

On a dû donc forcément abandonner tous les tracés qui ont été étudiés le long de la côte, et qui, d'ailleurs, présentaient un développement plus long d'environ 4,000 mètres que celui de la ligne par Arles et les Martigues.

TRACÉ PAR SALON, AIX ET LA VALLÉE DE L'HEUVAUNE [1].

Motifs de ce tracé.

L'importance de la ville d'Aix, qui, depuis longtemps est en possession du passage de la route royale n° 8, et les relations nombreuses qui existent entre cette ville et Marseille, imposaient l'obligation de chercher s'il ne serait pas possible de faire passer le chemin de fer par cette ancienne capitale de la Provence; d'un autre côté, il convenait d'examiner si l'on ne pourrait pas diriger ce chemin de manière à lui faire traverser la contrée houillère de Fuveau, et à vivifier ainsi cette partie du département des Bouches-du-Rhône, en facilitant le transport des lignites qui s'y trouvent. En conséquence, des études très-développées ont été faites dans le but de satisfaire, s'il était possible, aux intérêts de ces localités. Ces études, confiées à M. l'ingénieur ordinaire Garella,

[1] Les détails de ce trace sont contenus :
1° Dans les plans depuis le n° 29 jusqu'au n° 44 de l'atlas n° I.
2° Dans les profils en long n°s 25, 26, 27 et 28 du registre n° III.

ont donné lieu à un tracé dont on va d'abord rendre compte, et qu'on comparera ensuite à celui passant par Arles et les Martigues.

Le tracé doit passer par la gorge de Lamanon.

L'on a déjà dit que la chaîne de montagnes qui sépare la vallée de la Durance de celle de l'Arc, se divise en deux ramifications au point où la Touloubre prend sa source, et que la branche qui longe la vallée de la Durance était interrompue à Lamanon, de manière que cette vallée vient en ce point se réunir à la plaine de la Crau. Il fallait donc diriger le chemin de fer vers cette coupure naturelle, puisqu'en prenant ce parti l'on n'avait plus, pour arriver dans le bassin de l'Arc, qu'à traverser la seconde ramification de la chaîne susdésignée. En conséquence, voici le tracé auquel on s'est arrêté entre la Durance et Aix, et depuis cette dernière ville jusqu'à Marseille.

De la Durance à Salon.

Comme il est nécessaire, quelle que soit la direction que l'on adopte entre la Durance et Marseille, d'avoir un embranchement aboutissant au Rhône à Tarascon, pour recevoir et faire arriver sur la ligne principale les marchandises sortant du canal de Beaucaire, ou pour faire arriver à ce canal celles qui seraient transportées par le chemin de fer jusqu'à Tarascon, il convenait de traverser la Durance au même point que dans le premier tracé, afin que l'embranchement sur Tarascon fût le plus court possible. L'on s'établit ensuite sur la rive gauche de cette rivière, à environ $0^{m}.50$ au-dessus des plus hautes eaux en la remontant avec des rampes de $0^{m}.002$, $0^{m}.0015$ et $0^{m}.00268$, et en passant au-dessous des villages de Rognonas, Château-Renard, Noves, et au-dessus du village de Cabanes. L'on se rapproche de la rivière en arrivant à la montagne d'Orgon, au pied de laquelle on s'établit. On passe ensuite au-dessous d'Orgon, en longeant la Durance, que l'on quitte bientôt pour venir traverser en ligne droite la plaine derrière Senas, et entrer enfin, après avoir franchi le canal Boisgelin, dans la gorge de Lamanon, d'où le tracé est dirigé de manière à passer dans les rochers au-dessus de Salon.

De Salon aux Grand et Petit Condoux.

Arrivé à ce point, l'on descend avec une pente de $0^{m}.004$ pour venir traverser la Touloubre un peu au-dessous de Pélissane; l'on s'élève ensuite avec une rampe de $0^{m},006$ sur le plateau où passe le chemin de Salon à Eguilles, en s'y établissant sur des levées dont la hauteur varie de 5 à 8 mètres, pour venir gagner, au moyen d'un premier souterrain de 630 mètres de longueur, un second plateau, suivi d'une gorge assez tourmentée, que l'on traverse avec la même rampe et des reliefs ou des coupures dont la hauteur varie de 9 à 11 mè-

tres, jusqu'à la sortie d'un second souterrain de 660 mètres de longueur, qui débouche au-dessus du Petit Condoux. Le tracé est ensuite établi de niveau sur 1,040 mètres dans les rochers mamelonnés au pied desquels se trouvent, dans la plaine, les villages du Petit et du Grand Condoux. La traversée de ces rochers, fort difficile, exige encore un souterrain.

Du Grand et du Petit Condoux à Aix.

On se trouve alors sur le versant de la chaîne qui longe la vallée de l'Arc, et que l'on contourne avec des escarpements dans le roc et des levées assez considérables, en passant au-dessous des couverts, aux Gourgoulons et au-dessus de Château-Blanc. On se développe ensuite dans la vallée au-dessous d'Eguilles, en coupant le seuil de Pierredon, sur une hauteur de 10 à 12 mètres, et en s'établissant successivement en levée et en tranchée sur une longueur de 4,300 mètres, après quoi l'on descend avec une pente de $0^{m}.0021$, pour venir passer sous les murs d'Aix, à peu de distance de la grille du Cours.

D'Aix au passage de la rivière d'Arc.

En quittant la ville d'Aix, l'on se rapproche de l'Arc, en descendant pour venir traverser le plus bas possible la vallée du Tholonet, après quoi on s'élève avec une rampe de $0^{m}.0037$ jusqu'à Bachasson, en se développant sur la rive droite de l'Arc dans un terrain fort tourmenté, coupé par un assez grand nombre de ravins, et où, par cette raison, l'on est presque toujours en relief ou en coupure, et souvent dans le roc; l'on continue ensuite à monter avec une rampe de $0^{m}.004925$ jusqu'en face du vallon de Fuveau, où l'on traverse l'Arc sur un pont de 20 mètres d'ouverture, et $14^{m}.42$ de hauteur.

Du passage de l'Arc au pont du Merlançon.

Après avoir passé l'Arc, l'on s'établit sur une levée de 6 à 9 mètres de hauteur, et une rampe de $0^{m}.012$ par mètre, dans le vallon et jusqu'au pied du village de Fuveau, où se trouve l'entrée du souterrain de 5,348 mètres de longueur, au moyen duquel on traverse, sur une rampe de $0^{m}.00739$ par mètre, la chaîne de montagnes qui sépare la vallée de l'Arc du bassin de Marseille. Ce souterrain débouche dans la gorge du Merlançon, que l'on descend avec une rampe de $0^{m}.012$ sur 7,338 mètres jusqu'au pont du Merlançon, en s'établissant d'abord en tranchée dans le roc, sur une hauteur de 16 à 11 mètres, et une longueur de 2,400 mètres, puis en levée sur le reste de cette pente.

Du pont du Merlançon à la place Castellane, à Marseille.

Arrivé au pont du Merlançon, l'on continue à descendre avec des pentes de $0^{m}.010$, $0^{m}.008416$, $0^{m}.006$ et $0^{m}.005$, en suivant d'abord le cours sinueux de l'Heuvaune, à travers un terrain fort difficile et des rochers, en passant ensuite

derrière Roquevaire et à Aubagne, et en se développant enfin dans la vallée de l'Heuvaune jusque près de la place Castellane, à Marseille, au-dessous de laquelle on passe.

De la place Castellane à l'Anse des Catalans.

Pour parvenir ensuite de ce dernier point à la mer, dans l'anse des Catalans, seul port de débarquement à proximité de celui de Marseille, il fallait nécessairement ou passer dans une partie de la ville qui se couvre en ce moment de belles constructions, qu'on ne pourrait couper sans payer de très-fortes indemnités, ou traverser en souterrain, sur une longueur d'environ 660 mètres, le pied de la montagne de Notre-Dame-de-la-Garde. C'est ce dernier parti que l'on a pris. En conséquence, après avoir traversé la rue Paradis dans sa partie supérieure, on entre en souterrain près la rue Breteuil, pour déboucher à peu de distance de la porte Saint-Victor, dans la plaine des Vieilles-Infirmeries, où l'on s'établit en levée jusqu'au bord de la mer, dans l'anse des Catalans, en y arrivant à $18^{m}.64$ au-dessus de la mer.

Embranchement pour les voyageurs.

Comme ce tracé aboutit à Marseille, à une assez grand distance du centre de la ville, l'on a projeté, pour l'arrivée des voyageurs, un embranchement d'environ 2,000 mètres de longueur, dont 435 en souterrain, aboutissant au boulevard d'Angoulême, au coin de la rue des Bergers.

Observations sur ce tracé.

Tel est le tracé auquel on a été conduit entre la Durance et Marseille, en passant par Aix, Fuveau et la vallée de l'Heuvaune. Si l'établissement du chemin de fer, suivant ce tracé, n'avait offert que quelques difficultés et quelques dépenses de plus que celui passant par Arles et les Martigues, ou si l'on avait trouvé dans l'augmentation des transports entre Aix et Marseille une compensation aux sacrifices qu'exigerait l'exécution du tracé qu'on vient de décrire, l'on aurait dû sans doute lui donner la préférence dans l'intérêt de la ville d'Aix et de la contrée houillère de Fuveau ; mais il n'en est malheureusement pas ainsi, et les inconvénients que présente ce dernier tracé, tant sous le rapport de l'augmentation du développement et des dépenses, que sous celui des pentes surtout, sont tels, que leur effet immédiat serait de renverser toute l'économie du projet, et de compromettre la majeure partie des avantages que doit procurer le chemin de fer. Pour s'en convaincre, il suffit d'établir la comparaison entre ce tracé et celui passant par Tarascon et les Martigues.

COMPARAISON DE CE TRACÉ AVEC CELUI PASSANT PAR ARLES ET LES MARTIGUES (voir les estimations comparatives sous le n° 20, et les calculs sous le n° 21, placés à la fin de ce mémoire).

1° Le tracé par Aix présente une augmentation de développement de 18,027^{m}. 50, qui, joints à la différence de longueur qu'aurait l'embranchement sur Tarascon, indispensable pour desservir le canal de Beaucaire, différence qui serait de 15,090 mètres, forment un excédant total de longueur de..... 33,117^{m}.50^{c}

2° La longueur des souterrains augmente de..... 2,992 00

3° La hauteur à franchir excède de 176^{m}.23 celle dont il faut s'élever en passant par Arles.

4° Pour franchir cet excédant de hauteur, l'on ne peut éviter, sur une longueur de 13,157 mètres, les pentes de 0^{m}.012 et 0^{m}.010 qui dépassent de beaucoup les limites dans lesquelles les machines locomotives peuvent être employées avec avantage, et qui sont dangereuses à la descente. On ajoutera qu'indépendamment de ces pentes, le tracé en présente encore de 0^{m}.008; 0^{m}.00739 et 0^{m}.006.

5° La dépense du chemin depuis la Durance jusqu'à Marseille serait augmentée de plus de 9 millions.

6° Enfin, par toutes ces causes, l'augmentation des frais de transport serait :

Pour une tonne de marchandises { de Marseille à Lyon de..... 5^{f}. 48 / de Lyon à Marseille de..... 4 76

Et pour chaque voyageur de..... 2 985

En supposant même que le mouvement entre Aix et Marseille produisît une augmentation annuelle de transport de 30,000 tonnes de marchandises et de 36,500 voyageurs, d'où il suit que les prix de transport augmenteraient moyennement de 12.30 p. 0/0 pour les marchandises, et de 11.47 p. 0/0 pour les voyageurs.

En présence de pareils résultats, l'impossibilité d'admettre le tracé par Aix est évident, puisque indépendamment de l'augmentation considérable des dépenses à laquelle il entraînerait, des dangers qu'offrirait le parcours des fortes pentes, et de la durée plus grande du trajet, le grand mouvement commercial entre Lyon et Marseille se trouverait grevé d'un surcroît notable de frais de

transports qu'on ne peut raisonnablement lui imposer en faveur des intérêts de localité. Il faut d'ailleurs considérer que si ces intérêts sont tels qu'ils nécessitent des communications avec la grande ligne de chemin de fer projetée, l'on peut s'en reposer sur la spéculation particulière du soin de rattacher ces localités par des embranchements avec cette ligne principale.

Impossibilité d'admettre ce tracé.

D'après toutes ces considérations, l'on a donc dû, à regret sans doute, rejeter le tracé par Aix, et adopter définitivement celui par Arles et les Martigues.

CHAPITRE IX.

RÉSUMÉ.

En résumant ce qui vient d'être dit dans ce mémoire, l'on trouve :

1° Qu'à raison de l'état d'imperfection des voies actuelles de communication entre Lyon et Marseille, et des besoins toujours croissants du commerce et de l'industrie, l'établissement d'un chemin de fer entre ces deux villes importantes est devenu presque une nécessité;

2° Que la rive gauche du Rhône doit être préférée à la rive droite pour l'établissement de ce chemin, tant sous le rapport des intérêts commerciaux que sous celui du tracé, de moindres difficultés dans l'exécution et de l'économie dans les dépenses;

3° Que le tracé de cette nouvelle voie de communication, établie sur la rive gauche du fleuve, et partant de la presqu'île Perrache, doit passer à Vienne, aux Roches, contre Saint-Rambert, à Saint-Vallier, à Serves, dans la plaine de Tain, à Valence, près de Loriol, au-dessous de Montélimart, près de Pierrelatte, de la Palud, de Montdragon, de Mornas et de Piolenc, dans la plaine d'Orange, au Pontet, sous les murs d'Avignon, à Tarascon, Arles et les Martigues, et arriver enfin à Marseille dans l'anse de la Joliette, avec un embranchement pour les voyageurs, aboutissant à la place Pentagone;

4° Que ce tracé, dirigé à partir de la Durance, par Tarascon, Arles et les Martigues, doit être préféré à celui qui passerait par Salon, Aix et Fuveau, et qui, en allongeant beaucoup le chemin, en augmentant considérablement les difficultés d'exécution et les dépenses, et en exigeant des pentes très-fortes, accroîtrait les prix de transport de 12.30 p. 0/0 pour les marchandises, et de 11.47 p. 0/0 pour les voyageurs;

5° Que l'établissement du chemin de fer produira moyennement sur les prix actuels de transports une économie de 17 p. 0/0, que la durée du trajet de Lyon à Marseille ne sera que de quatorze à quinze heures pour les marchandises, et de neuf à dix heures pour les voyageurs, tandis que dans ce moment le parcours de la distance entre ces deux villes exige de neuf à dix jours par le roulage, de

trente à trente-cinq jours par le Rhône à la remonte, et de trente à quarante-huit heures pour les voyageurs;

6° Que le commerce trouvera de plus dans cette nouvelle voie si rapide de communication l'avantage immense de faire arriver les marchandises à jour et presque à heure fixe, sans crainte d'avaries ou d'infidélité de la part des voituriers;

7° Enfin, qu'à raison de tous ces avantages, l'effet immédiat du chemin de fer de Lyon à Marseille sera de produire un grand accroissement dans les relations commerciales, entre ces deux villes importantes, d'augmenter la prospérité du pays et la richesse publique, et qu'enfin tout porte à croire que ce chemin est, parmi les grandes lignes de cette espèce qu'il est possible d'entreprendre en France, une de celles qui offrent le plus de chances de succès.

Je ne terminerai pas ce mémoire sans payer un juste tribut d'éloges à MM. les ingénieurs de Montricher et Garella, qui m'ont puissamment secondé dans l'accomplissement de la tâche que j'avais à remplir, et auxquels je suis heureux de pouvoir ici exprimer ma reconnaissance.

L'Inspecteur divisionnaire adjoint des ponts et chaussées,

KERMAINGANT.

TABLEAUX

DES PENTES ET DES COURBES

DU TRACÉ PROPOSÉ.

DOCUMENTS ET TABLEAUX STATISTIQUES

RELATIFS

AUX TRANSPORTS ENTRE LYON ET MARSEILLE.

NOTES, CALCULS ET ÉVALUATIONS

CONCERNANT

LES DIVERS OBJETS TRAITÉS DANS LE MÉMOIRE.

NUMÉROS des PENTES.	NUMÉROS des RAMPES.	NUMÉROS des parties horizontales.	COTES DE HAUTEUR des points extrêmes des pentes et rampes, rapportées au plan de comparaiſon	COTES DE HAUTEUR des points extrêmes des pentes et rampes, rapportées au niveau de la mer.	DIFFÉRENCES en PENTES.	DIFFÉRENCES en RAMPES.	LONGUEURS	PENTES par MÈTRE.	RAMPES par MÈTRE.	OBSERVATIONS.
			REPORT.....		37m35c	5m78c	64,715m00c			
			41m89c	139m16c						
//	3	//			//	4. 70	1,884. 00	//	0m0025	
			37. 19	143. 86						Village de Saint-Rambert.
//	//	8			0. 00	//	987. 00	0	//	
			37. 19	143. 86						
18	//	//			0. 23	//	467. 00	0m0005	//	
			37. 42	143. 63						
19	//	//			7. 11	//	2,842. 00	0. 0025	//	
			44. 53	136. 52						
//	//	9			0. 00	//	1,351. 00	0	//	
			44. 53	136. 52						Bancel, torrent.
20	//	//			1. 69	//	845. 00	0. 002	//	
			46. 22	134. 83						
21	//	//			0. 86	//	1,454. 40	0. 000593	//	
			47. 08	133. 97						Torrent des Eaux-Troubles.
22	//	//			0. 61	//	800. 70	0. 00075	//	
			47. 69	133. 36						
23	//	//			0. 53	//	1,081. 40	0. 00049	//	
			48. 22	132. 83						Commencement des rochers de Sillon.
24	//	//			0. 54	//	543. 40	0. 001	//	
			48. 76	132. 29						
//	//	10			0. 00	//	584. 00	0	//	
			48. 76	132. 29						
25	//	//			0. 44	//	525. 00	0. 00084	//	
			49. 20	131. 85						
//	//	11			0. 00	//	1,439. 00	0	0	Traversée de Saint-Vallier.
			49. 20	131. 85						Galaure, rivière.
26	//	//			1. 80	//	828. 00	0. 00217	//	
			51. 00	130. 05						
//	//	12			0. 00	//	312. 00	0	0	
			51. 00	130. 05						
//	4	//			//	1. 00	1,589. 40	//	0. 000626	
			50. 00	131. 05						Torrent de Poussa.
27	//	//			2. 50	//	988. 00	0. 00253	//	
			52. 50	128. 55						
28	//	//			1. 59	//	3,453. 00	0. 00045	//	Traversée de Serve.
			54. 69	126. 36						
29	//	//			1. 66	//	1,700. 00	0. 000974	//	
			56. 35	125. 30						
//	5	//			//	1. 00	1,160. 00	//	//	
			54. 75	126. 30						Torrent de Crose.
//	//	13			0. 00	//	44. 00	0	0	
			54. 75	126. 30						
30	//	//			0. 75	//	606. 00	0. 00124	//	
			55. 50	125. 55						
//	//	14			0	//	577. 00	0	0	
			55. 50	125. 55						
31	//	//			1. 56	//	1,166. 00	0. 00141	0. 000861	Rochers de Pierre-Aiguille.
			57. 06	123. 99						
//	//	15			0	//	1,454. 00	0	0	
			57. 06	123. 99						
32	//	//			0. 94	//	1,365. 00	0. 00069	//	
			58. 00	123. 05						
33	//	//			2. 50	//	1,547. 00	0. 00162	//	
			60. 50	120. 55						
//	//	16			0	//	1,726. 00	0	0	Coteau Pailleret.
			60. 50	120. 55						
34	//	//			1. 00	//	3,460. 00	0. 000289	//	
			61. 50	119. 55						
35	//	//			3. 86	//	1,931. 00	0. 002	//	
			65. 36	115. 69						
			A REPORTER...		67. 52	12. 48	103,365. 30			

NUMÉROS des PENTES.	NUMÉROS des RAMPES.	NUMÉROS des parties horizontales.	COTES DE HAUTEUR des points extrêmes des pentes et rampes, rapportées au plan de comparaison	COTES DE HAUTEUR des points extrêmes des pentes et rampes, rapportées au niveau de la mer.	DIFFÉRENCES en PENTES.	DIFFÉRENCES en RAMPES.	LONGUEURS	PENTES par MÈTRE.	RAMPES par MÈTRE.	OBSERVATIONS.
			REPORT.....		126m06c	29m84c	156,753m10c			
//	//	26	100m54c	80m51c	0	0	2,830.00	0	0	
52	//	//	100.54	80.51	2.40	//	1,200.00	0.002	//	
53	//	//	102.94	78.11	5.89	//	2,356.00	0.0025	//	
//	//	27	108.83	72.22	0	0	60.00	0	0	La Risille, torrent.
54	//	//	108.83	72.22	10.02	//	3,340.00	0.003	//	
55	//	//	118.85	62.20	1.37	//	3,048.50	0.00046	//	Rochers de Malmouche.
56	//	//	120.22	60.83	2.75	//	3,183.00	0.000865	//	
57	//	//	122.97	58.08	0.03	//	1,609.00	0.00002	//	La Berre, rivière.
//	//	28	123.00	58.05	0	0	700.70	0	0	
58	//	//	123.00	58.05	1.33	//	1,330.00	0.001	//	
59	//	//	124.33	56.72	3.81	//	1,905.00	0.002	//	
//	//	29	128.14	52.91	0	0	1,497.00	0	0	
60	//	//	128.14	52.91	3.26	//	2,715.00	0.0012	//	
61	//	//	131.40	49.65	2.51	//	2,507.00	0.001	//	
62	//	//	133.91	47.14	0.08	//	147.10	0.00055	//	
63	//	//	133.99	47.06	1.71	//	1,706.00	0,001	//	La Palud.
84	//	//	135.70	45.35	0.27	//	1,375.00	0.0002	//	Le Louzon, rivière.
65	//	//	135.97	45.08	1.58	//	1,509.00	0.00105	//	
66	//	//	137.55	43.50	1.05	//	1,445.00	0.000727	//	
//	11	//	138.60	42.45	//	1.24	1,331.00	//	0.00093	
//	//	30	137.36	43.69	0	0	55.00	0	0	Le Lez, rivière.
67	//	//	137.36	43.69	2.83	//	1,182.00	0.0024	//	
68	//	//	140.19	40.86	3.94	//	6,568.00	0.0006	//	
//	//	31	144.13	36.92	0	0	1,008,00	0	0	Piolenc.
//	12	//	144.13	36.92	//	1.64	1,272.00	//	0.000129	
//	13	//	142.49	38.56	//	2.88	1,598.00	//	0.0018	
//	//	32	139.61	41.44	0	0	250.00	0	0	L'Aigues, rivière.
69	//	//	139.61	41.44	9.22	//	3,690.00	0.0025	//	La Malne, rivière.
70	//	//	148.83	32.22	1.17	//	2,348.00	0.0005	//	Pointe de rocher des Arméniens.
//	//	33	150.00	31.05	0	0	6,025.50	0	//	
			150.00	31.05						
			A REPORTER..		175.28	35.60	216,543.90			

NUMÉROS des PENTES.	NUMÉROS des RAMPES.	NUMÉROS des parties horizontales.	COTES DE HAUTEUR des points extrêmes des pentes et rampes, rapportées au plan de comparaison	COTES DE HAUTEUR des points extrêmes des pentes et rampes, rapportées au niveau de la mer.	DIFFÉRENCES en PENTES.	DIFFÉRENCES en RAMPES.	LONGUEURS	PENTES par MÈTRE.	RAMPES par MÈTRE.	OBSERVATIONS.
			REPORT.....		175m28c	35m60c	216,543m90c			
71	//	//	150m00c	31m05c	2. 00	//	1,000. 00	0. 002	//	
//	//	34	152. 00	29. 05	0	0	3,051. 00	0	0	
72	//	//	152. 00	29. 05	3. 84	//	1,920. 00	0. 002	//	
73	//	//	155. 84	25. 21	0. 11	//	1,124. 00	0. 0001	//	
//	//	35	155. 95	25. 10	0	0	41. 00	0	0	Louvèze, rivière.
74	//	35	155. 95	25. 10	1. 11	//	557. 00	0. 002	//	
//	//	36	157. 06	23. 99	0	0	2,377. 00	0	0	
75	//	//	157. 06	23. 99	0. 89	//	1,440. 00	0. 000619	//	
76	//	//	157. 95	23. 10	2. 15	//	1,534. 00	0. 0014	//	
77	//	//	160. 10	20. 95	2. 49	//	4,532. 00	0. 00055	//	
//	14	//	162. 59	18. 46	//	0. 23	640. 00	//	0. 00036	
//	15	//	162. 36	18. 69	//	4. 36	1,745. 00	//	0. 0025	
//	//	37	158. 00	23. 05	0	0	522. 00	0	0	Durance, rivière.
78	//	//	158. 00	23. 05	5. 00	//	2,000. 00	0. 0025	//	
79	//	//	163. 00	18. 05	2. 70	//	4,000. 00	0. 000675	//	
80	//	//	165. 70	15. 35	3. 00	//	3,000. 00	0. 001	//	
81	//	//	168. 70	12. 35	4. 45	//	4,000. 00	0. 0011125	//	
82	//	//	173. 15	7. 90	1. 12	//	8,240. 00,	0. 000136	//	
83	//	//	174. 27	6. 78	1. 78	//	5,000. 00	0. 000356	//	
//	//	38	176. 05	5. 00	0	0	17,485. 00	0	0	
84	//	//	176. 05	5. 00	.....	.....	.....	.....	.....	Jonction avec le canal de Boue, à Beyne.
85	//	//	177. 23	3. 82	1. 18	//	6,308. 50	0. 0001875	//	
86	//	//	178. 17	2. 88	0. 94	//	1,600. 00	0. 0005875	//	
//	//	39	178. 47	2. 58	0. 30	//	5,000. 00	0. 00006	//	
//	16	//	178. 47	2. 58	0	0	15,500. 00	0	0	
//	//	40	169. 05	12. 00	//	9. 42	3,140. 00	//	0. 003	Canal de la gare du Plan d'Aren.
//	17	//	169. 05	12. 00	0	0	4,970. 00	0	0	
//	18	//	160. 58	20. 47	//	8. 47	2,822. 00	//	0. 003	Les Martigues.
//	19	//	159. 73	21. 32	//	0. 85	3,623. 00	//	0. 000235	
//	//	41	97. 27	83. 78	//	62. 46	12,493. 00	//	0. 005	
87	//	//	97, 27	83. 78	0	0	411. 00	0	0	Entrée du souterrain de la Nerthe.
88	//	//	167. 42	13. 63	70. 15	//	14,030. 00	0. 005	//	Route royale, à l'entrée du faubourg St-Lazare, à Marseille.
			170. 00	11. 05	2. 58	//	783. 00	0. 003295	//	Anse de la Joliette.
				TOTAL...	281. 07	121. 39	351,432. 40			

Il résulte de ce tableau:

1° Que la longueur totale du chemin, depuis le Ruisseau de Rochecardon au-dessus de Lyon, est de 351,432m 40c;

2° Que ce développement comprend 41 parties horizontales, 19 rampes et 88 pentes;

3° Enfin, que ces pentes et rampes peuvent être divisées ainsi qu'il suit, quant à leurs inclinaisons et leurs longueurs, en considérant le chemin dans la direction de Lyon à Marseille.

LONGUEURS.	LIMITES des INCLINAISONS.	RAMPES MOYENNES.	PENTES MOYENNES.
12,483m 00c	0. 005	0. 005	//
7,097. 00	0. 003	0. 003	//
9,010. 00	de 0. 003 à 0. 002	0. 002376	//
6,739. 00	de 0. 002 à 0. 001	0. 00145	//
13,315. 40	de 0. 001 à 0. 0001	0. 000393	//
97,121. 20	0. 00	0. 00	0. 00
14,030. 00	0. 005	//	0. 005
13,071. 00	0. 003	//	0. 003
34,130. 00	de 0. 003 à 0. 002	//	0. 002277
32,554. 70	de 0. 002 à 0. 001	//	0. 001357
111,871. 10	de 0. 001 à 0. 0001	//	0. 000453
351,432. 40			

INDICATION des PARTIES DU CHEMIN.	PARTIES DROITES. NUMÉROS des alignements.	PARTIES DROITES. LONGUEUR des alignements.	PARTIES COURBES. NUMÉROS des courbes.	PARTIES COURBES. LONGUEURS des courbes.	PARTIES COURBES. RAYONS des courbes.	INDICATION des LIEUX PRINCIPAUX.	OBSERVATIONS.
REPORT.....	.....	25,950m00c	.....	18,036m00c			
Entre Vienne et Les Roches..... (*Suite.*)	24	315. 00					
			26	(575. 00	1,000m		
	25	250. 00					
			27	395. 00)	1,200		
	26	545. 00					
			28	220. 00)	500	Coteau avant les roches.....	On peut augmenter les rayons en coupant davantage le rocher.
	27	341. 00					
			29	485. 00)	500		
	0	0					
			30	(830. 00	700	Traversée des Roches.	
	28	105. 00					
			31	895. 00)	4,000		
	0	0					
			32	(350. 00	1,000		
	29	405. 00					
			33	216. 00)	579	Avant le Saluant.....	Tous ces rayons peuvent être augmentés en se jetant un peu plus dans le coteau.
	30	46. 00					
			34	245. 00)	682	Après le Saluant.....	
	0	0					
			35	(560. 00	681	Saint-Alban.	
Entre les Roches et Saint-Rambert.....	31	470. 00					
			36	(800. 00	1,200		
	0	0					
			37	2,285. 00)	3,870	En face de Saint-Maurice.	
	32	300. 00					
			38	(605. 00	3,000		
	33	1,604. 00					
			39	1,176. 00	11,475		
	34	3,938. 00					
			40	(1,095. 00	3,000	Avant le Dolon.	
	35	2,456. 00					
			41	900. 00)	3,000	Plaine des Eaux-Claires, près Saint-Rambert.	
	36	2,930. 00					
			42	1,130. 90)	1,650	Creux de la Thine.	
	0	0					
			43	(921. 00	3,100		
	37	1,312. 00					
			44	(430. 00	900	Après le Bancel.....	Ce rayon peut être augmenté avec très-peu de déblais de plus.
	38	2,860. 00					
			45	638. 00)	558		
Entre Saint-Rambert et Saint-Vallier.....	39	110. 00				Rochers de Sillon.....	On peut augmenter ces rayons avec une coupure.
			46	(800. 00	588		
	40	560. 00					
			47	420. 00)	1,200	Avant Saint-Vallier.	
	41	450. 00					
			48	260. 00)	700	Traverse de Saint-Vallier...	
	42	72. 00					Rayons forcés.
			49	(420. 00	500	Passage de la Galaure.....	
	43	623. 00					
			50	306. 00)	2,000		
	44	147. 00					
			51	(170. 00	4,000		
	45	40. 00	.....	.....	.....	.....	
			52	(345. 00	500		
	46	46. 00					
			53	95. 00)	500		Tous ces rayons pourront être augmentés en se jetant un peu plus, tantôt en rivière et tantôt sur le coteau.
	47	80. 00					
Entre Saint-Vallier et la sortie de Serve.....			54	245. 90)	500		
	48	100. 00					
			55	50. 00)	500		
	49	130. 00	.....	.....	.....	.....	
			56	470. 00)	600	Torrent de Ponsas.	
A REPORTER....	.....	46,185. 00	.....	36,369. 80			

INDICATION des PARTIES DU CHEMIN.	PARTIES DROITES. NUMÉROS des alignements.	PARTIES DROITES. LONGUEURS des alignements.	PARTIES COURBES. NUMÉROS des courbes.	PARTIES COURBES. LONGUEUR des courbes.	PARTIES COURBES. RAYONS des courbes.	INDICATION des LIEUX PRINCIPAUX.	OBSERVATIONS.
REPORT.....	.....	46,185m.00	.....	36,369m.80			
	50	300. 00	57	290. 00	1,000	Ravin des Bordas.	
	51	1,290. 00	58	(650. 00	1,860	Extrémité sud du village de Serve.	
	52	1,120. 00	59	(900. 00	1,000		
	53	1,516. 50	60	925. 00	2,000	Avant le torrent de Croze.	
	54	640. 00	61	609. 00	1,200	Entrée des rochers de Pierre-Aiguille.	
Entre la sortie de Serve et Tain.....	55	380. 00	62	(217. 00	500	Rochers de Pierre-Aiguille..	Ces deux rayons peuvent être augmentés en coupant davantage les rochers.
	56	320. 00	63	(664. 00	500	Pointe du coteau de l'Ermitage.....	
	57	1,443. 00	64	698. 00	1,000		
	58	370. 00	65	1,080. 00	1,000		
	59	822. 00	66	705. 00	1,000		
	60	95. 00	77	(1,403. 00	910	Coteau Pailleret.	
Entre Tain et l'Isère...	61	1,010. 00	68	740. 00	2,000		
	62	2,895. 00	69	435. 00	3,000		
	63	220. 00	70	(515. 00	615	Avant l'Isère.....	Ces rayons peuvent être augmentés en se jetant davantage dans le coteau.
	64	150. 00	71	460. 00	783	Après l'Isère.....	
	65	140. 00	72	(495. 00	1,000		
	66	3,220. 00	73	715. 00	1,600		
	67	240. 00	74	685. 00	500		
Entre l'Isère et Valence.	68	70. 00	75	(300. 00	500	Traversée de Valence.....	Rayons forcés.
	69	60. 00	76	(163. 00	650		
	70	2,215. 00	77	(445. 00	840	.....	Ce rayon peut être augmenté en coupant un peu plus le coteau.
	71	925. 00	78	430. 00	1,000		
	72	8,570. 00	79	1,410. 00	5,000	Avant Fiancey.	
	73	5,090. 00	80	1,290. 00	3,500	Après la Drôme.	
	74	3,670. 00	81	(1,010. 00	1,200		
Entre Valence et le Logis-Neuf.....	75	610. 00	82	(350. 00	1,000		
	76	670. 00	83	819. 00	1,500		
	77	675. 00	84	(835. 00	1,500	L'Olagnier et Teysonne.	
	78	1,960. 00	85	1,570. 00	1,350	Avant le Logis-Neuf.	
	79	80. 00	80	(490. 00	800	Logis-Neuf.....	Ce rayon peut être augmenté avec un peu plus de déblais.
	0	0	87	305. 00	1,000		
A REPORTER....	.....	86,952. 00	.....	57,972. 80			

INDICATION des PARTIES DU CHEMIN.	PARTIES DROITES. NUMÉROS des alignements.	PARTIES DROITES. LONGUEURS des alignements.	PARTIES COURBES. NUMÉROS des courbes.	PARTIES COURBES. LONGUEUR des courbes.	PARTIES COURBES. RAYONS des courbes.	INDICATION des LIEUX PRINCIPAUX.	OBSERVATIONS.
REPORT.....	.....	86,952m.00	.....	57,972m.80			
	80	785. 00	88	(190. 00	4,000m		
	81	1,775. 00	89	409. 30)	4,000		
	82	100. 00	90	(350. 00	3,000		
	83	1,445. 00	91	(546. 00	3,000		
Entre Logis-Neuf et le commencement des rochers de Malmouche.	84	1,733. 00	92	(239. 00	1,000		
	85	330. 00	93	430. 00)	1,000		
	86	4,480. 00	94	(1,290. 00	6,000	Après le Roubion.	
	87	2,560. 00	95	500. 00)	1,000	Ruisseau de Versaille.	
	88	700. 00	96	(500. 00	1,000	Avant la Riaille.	
	89	660. 00	97	820. 00)	1,300	Sous Châteauneuf.	
	90	1,105. 00	98	(625. 00	650	Entrée des rochers de Malmouche.....	Le tracé pourra être rectifié dans cette partie en augmentant tantôt les coupures dans le roc et tantôt la hauteur des murs sur lesquels le chemin est établi.
	91	95. 00	99	330. 00)	700		
	0	0	100	(145. 00	700		
Entre le commencement des rochers de Malmouche et le Robinet de Donzère.....	92	65. 00	101	(205. 00	700	Rochers de Malmouche.....	
	0	0	102	230. 00)	700		
	93	735. 00	103	130. 00)	800		
	94	515. 00	104	(540. 00	1,000	Robinet de Donzère.	
	95	360. 00	105	950. 00)	2,000	Alignement de la plaine de Pierrelatte jusqu'à la Palud.	
Entre le Robinet de Donzère et le Lez.....	96	13,800. 00	.....	.....	.....		
			106	(1,135. 10	4,000	Alignement de la plaine de la Palud jusqu'au Lez.	
	96	7,014. 70	.....	.....	.....		
			107	662. 00)	4,000		
	97	1,025. 00	108	(485. 00	2,000		
	99	2,450. 00	109	(420. 00	1,000	Mornas.	
Entre le Lez et le domaine du Lampourdier.....	100	2,930. 00	110	600. 00)	1,200	Piolenc.	
	101	7,600. 00	111	1,165. 50)	2,400		
	102	330. 00	112	1,196. 00)	1,000		
	0	0	113	(856. 00	700		
	103	115. 00	114	(662. 00	750	Le Lampourdier.....	Ces rayons peuvent être augmentés en faisant une plus forte coupure dans le roc.
	104	125. 00	115	346. 00)	1,300		
	105	630. 00	116	(342. 00	1,000		
Entre le domaine du Lampourdier et la rivière de Louvèze....	101	370. 00	117	796. 00)	1,200		
	107	145. 00	118	(700. 00	800	Pointe de rochers des Arméniens.	Ce rayon peut être augmenté avec une coupure un peu plus forte.
A REPORTER....	.....	140,930. 20	.....	75,767. 70			

INDICATION des PARTIES DU CHEMIN.	PARTIES DROITES. NUMÉROS des alignements.	PARTIES DROITES. LONGUEUR des alignements.	PARTIES COURBES. NUMÉROS des courbes.	PARTIES COURBES. LONGUEUR des courbes.	PARTIES COURBES. RAYONS des courbes.	INDICATION des LIEUX PRINCIPAUX.	OBSERVATIONS.
REPORT.....	.....	140,930m20.	.....	75,767m70.			
	108	1,565. 00					
Entre le domaine du Lampourdier et Louvèze.....	109	1,625. 00	119	566. 00)	1,500m		
	110	2,910. 00	120	316. 00)	2,250		
	111	3,035. 00	121	780. 00)	1,500	Après Louvèze.	
Entre la rivière de Louvèze et la Durance..	112	3,670. 00	122	2,630. 00)	2,115	Le Pontet.	
	113	6,142. 00	123	(2,620. 00	2,500	Avant la Durance. .	
	114	5,960. 00	124	3,580. 00)	4,000	Graveson.	
Entre la Durance et Arles.....	115	1,900. 00	125	(3,500. 00	3,000	Tarascon.	
	116	3,720. 00	126	1,840. 00)	4,000		
	117	5,210. 00	127	(2,530. 00	4,000		
	118	1,280. 00	128	(1,525. 00	3,000	Première pointe de la Cran.	
	119	2,865. 00	128	585. 00)	1,500		
	120	530. 00	130	(1,640. 00	3,000	Deuxième pointe de la Cran.	
	121	6,470. 00	131	1,170. 00)	4,640	Jonction avec le canal de Boue.	
	122	8,478, 50	132	(250. 00	2,000	Écluse de l'Étourneau.	
Entre Arles et le canal de la gare du Plan d'Aren.....	123	3,210. 00	133	(130. 00	2,000		
	124	1,050. 00	134	(180. 00	1,000		
	125	540. 00	135	(230 .00	1,000		
	126	2,880. 00	136	(210. 00	1,000		
	127	2,480. 00	137	170. 00)	1,000		
	128	2,100. 00	138	(130. 00	2,000		
	0	0	139	(100. 00	1,000		
	129	785. 00	140	665. 00)	600	.....	Il sera possible de porter ces courbes à 800m de rayon.
	130	750. 00	141	(590. 00	600		
	0	0	142	(975. 00)	2,000	Montagne de Boue.	
Entre le canal de la gare du Plan d'Aren, et l'entrée du souterrain de la Nerthe.....	0	0	143	2,445. 00)	4,000		
	131	605. 00	144	715. 00)	2,000		
	132	1,685. 00	145	(605. 00	800	Après l'étang de Caroute.	
	0	0	146	520. 00)	1,500		
	0	0	147	(990. 00	2,650		
	0	0	148	855. 00)	2,130		
			149	(570. 00	2,000		
A REPORTER.....	.....	212,375. 70	.....	109,379. 70			

INDICATION des PARTIES DU CHEMIN.	PARTIES DROITES. NUMÉROS des alignements.	PARTIES DROITES. LONGUEUR des alignements.	PARTIES COURBES. NUMÉROS des courbes.	PARTIES COURBES. LONGUEUR des courbes.	PARTIES COURBES. RAYONS des courbes.	INDICATION des LIEUX PRINCIPAUX.	OBSERVATIONS.
REPORT.....	.....	212,375m70	.....	109,379m70c.			
	0	0					
	133	1,300. 00	150	4,360. 00)	8,000m		
	0	0	151	600. 00)	1,500	Château-Neuf.	
	0	0	152	(1,480. 00	1,000		
Entre le canal de la gare du Plan d'Aren, et l'entrée du souterrain de la Nerthe.....	0	0	153	960. 00)	3,600		
	0	0	154	1,000. 00	2,000		
	0	0	155	(1,090. 00	1,200		
	0	0	156	590. 00)	1,000		
	0	0	157	(1,185. 00	3,600	En face de Gignac.	
	134	940. 00	158	1,359. 00)	900	Avant l'entrée du souterrain de la Nerthe.	
	135	3,930. 00	159	(235. 00	500	Après la sortie de ce souterrain.....	Ce rayon peut être augmenté par une coupure plus forte.
	136	200. 00	160	(750. 00	1,000		
	0	0	161	1,150. 00)	2,050		
	137	440. 00	162	735. 00)	2,000		
Entre l'entrée du souterrain de la Nerthe et Marseille.....	138	595, 00	163	505. 00)	2,000		
	139	895. 00	164	645. 00)	1,800	Après le souterrain de Saint-Louis.	
	0	0	165	(575. 00	1,200		
	140	720. 00	166	770. 00)	1,200	Hameau du Canet.	
	141	925. 00	167	945. 00)	1,190	Avant le faubourg St-Lazare, à Marseille.	
	142	798. 00					
TOTAL.....	.....	223,118. 70	.....	128,313. 70			

Il résulte de ce tableau et des observations qu'il contient, qu'on peut réduire à 4 le nombre des courbes de 500m, et qu'on peut augmenter les rayons des autres courbes de cette espèce, de manière à pouvoir leur donner au moins 800 mètres, ainsi qu'aux autres courbes, dont les rayons sont au-dessous de ce chiffre.

On peut donc établir comme il suit le résumé du tracé, sous le rapport des courbes:

1° La longueur totale du chemin, depuis le ruisseau de Rochecardon à Lyon, étant de 351,432 mètres 40 cent. le nombre des parties droites sera de 142, présentant une longueur de..... 223,118m70c

Et celui des parties courbes de 167, présentant un développement de..... 128,313 70

2° Les parties courbes peuvent être divisées comme il suit, quant à leur nombre, leurs rayons et leurs longueurs.

	NOMBRES	LONGUEURS.
Courbes de 500 mètres de rayon	4	1,581m00c
—— de 500 à 1,000 mètres de rayon	39	18,489. 80
—— de 1,000 à 1,500	57	36,147. 00
—— de 1,500 à 2,000	13	10,014. 00
—— de 2,000 à 2,500	20	15,417. 50
—— de 2,500 à 3,000	3	4,665. 00
—— de 3,000 à 3,500	10	11,517. 00
—— de 3,500 à 4,000	16	21,076. 40
—— de 4,640 mètres	1	1,170. 00
—— de 5,000	1	1,410. 00
—— de 6,000	1	1,290. 00
—— de 8,000	1	4,360. 00
—— de 11,475	1	1,176. 00
Totaux pour les parties courbes	167	128,313. 70
—— droites	142	223,118. 70
Total général		351,432. 40

N° 3.

DOCUMENTS STATISTIQUES

RELATIFS AUX TRANSPORTS QUI ONT LIEU PAR LES VOIES ACTUELLES DE COMMUNICATION ENTRE LYON ET MARSEILLE.

1° TRANSPORTS PAR EAU.

REMONTE PAR LE RHÔNE.

Il résulte des tableaux dressés en 1822, par M. Cavenne, pour l'évaluation des produits du canal latéral au Rhône, qu'à cette époque il remontait annuellement de Beaucaire à Lyon 1,291 bateaux, sans y comprendre ceux sortant du canal de Givors qui remontaient également jusqu'à Lyon, et que le nombre des bâtiments venant de la mer à Arles était de 363, portant 23,989 tonnes de marchandises.

Cet état de choses a un peu changé : il remonte bien encore de Beaucaire à Lyon à peu près le même nombre de bateaux qu'en 1822, puisque ce nombre est de 1,344; mais le tonnage de ces bateaux est plus considérable que celui donné par M. Cavenne, parce que les voituriers d'eau ayant trouvé de l'avantage à remplacer leurs petits bateaux, à mesure qu'ils étaient hors de service, par de grands bateaux, la majeure partie des transports se fait maintenant avec ces derniers, qui portent 75 tonnes.

D'un autre côté, le nombre des bâtiments qui viennent de Marseille à Arles a plus que doublé, puisqu'il est maintenant de 796, présentant un tonnage de 46,134 tonnes; enfin le tonnage des bateaux qui sortent du canal de Beaucaire et qui remontent le Rhône a notamment diminué, ce qu'on explique en observant que les récoltes en vin ayant été depuis quelques années fort abondantes en Bourgogne, les pays du Nord ont peu tiré des vins du Midi, ce qui a obligé à transformer ceux-ci en eau-de-vie, et ce qui conséquemment a dû diminuer le tonnage des vins qui empruntent la voie du canal.

Du reste, voici les résultats moyens en nombres ronds des tonnages par année qui ont remonté le Rhône en 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833, et qui sont donnés par le tableau n° 4, placé à la suite de cette note :

De Marseille à Beaucaire ou Tarascon.....	46,000$^{t°}$.
De Tarascon à Avignon.....	85,800

D'Avignon à Roquemaure		85,700 to
De Roquemaure au bourg Saint-Andéol		89,000
Du bourg Saint-Andéol à Valence		92,000
De Valence à Condrieu		101,500
De Condrieu à Givors		111,000
De Givors à Lyon	190,437 to.	117,769
Dont à déduire pour les 982 bateaux qui sont sortis moyennement du canal de Givors et qui présentent un tonnage de	72,668	

Or, si l'on multiplie les tonnages partiels indiqués ci-dessus par les distances correspondantes mesurées sur le chemin de fer, et qu'on divise la somme des produits ainsi obtenus par la longueur totale de ce chemin, l'on trouve que cette première partie des transports correspond à un tonnage de 83,140 tonnes parcourant la ligne entière du chemin.

DESCENTE PAR LE RHÔNE.

En consultant le tableau n° 5, placé à la suite de cette note, l'on voit que le nombre des bateaux chargés, descendant chaque année le Rhône, varie depuis Lyon jusqu'à Beaucaire de 2,289 à 1,341. Sur les 2,289 bateaux, on peut en compter environ 1,200 chargés de houille ou de bouteilles partant de Givors. Ce tableau fait également connaître que le nombre des bâtiments chargés qui vont d'Arles à Marseille est de 1,289, présentant un tonnage de 79,392 to, ce qui indique une augmentation considérable de transport entre ces deux points, puisque M. Cavenne ne portait, en 1822, le nombre de ces bâtiments qu'à 775. On fera d'ailleurs remarquer qu'on a supposé le chargement des bateaux le même à la descente qu'à la remonte, quoiqu'il soit constant qu'ils sont beaucoup plus chargés à la descente.

Le bas prix de la descente pour les houilles et les bouteilles peut d'abord faire penser que ces objets n'emprunteront pas le chemin de fer de Lyon à Marseille, et continueront à descendre le Rhône; ce qui rendrait à peu près inutile l'exécution de l'embranchement de ce chemin à Givors avec celui de Saint-Étienne à Lyon et la construction d'un pont sur le Rhône dans cette localité; cependant l'on observera que la majeure partie des charbons de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier sont actuellement transportés sur le chemin de fer de Saint-Étienne par des wagons, et que ces voitures continuant leur route sur le chemin de Lyon à Marseille, l'on ne sera plus obligé, comme on l'est maintenant, de décharger les wagons dans les bateaux stationnés dans la gare de Givors, opération qui augmente les frais de transport, et qui, en brisant la houille, en diminue la valeur. D'un autre côté, il faut considérer que l'exécution du chemin de fer de Lyon à

Marseille amènera une augmentation dans le prix de la descente par le Rhône, attendu que la remonte ne pouvant plus soutenir la concurrence avec le chemin de fer pour les transports, cessera d'exister, et qu'alors il faudra ou dépecer les bateaux qui descendraient, ou payer fort cher pour les remonter. Si donc l'on a égard à toutes ces circonstances, on concevra qu'il peut arriver que les houilles descendent par le chemin de fer de Lyon à Marseille. On doit toutefois reconnaître que le transport de ce combustible pour les centres de population qui bordent le Rhône continuera à se faire par le fleuve. Quoi qu'il en soit, l'on ne portera pas ces houilles dans la masse des transports qui se feront par le chemin de fer; mais alors aussi l'on ne tiendra pas compte de la dépense de l'embranchement de Givors qui ne pourrait être entrepris que dans le cas où l'on serait assuré d'avoir les houilles qui descendent actuellement par le fleuve.

Quant aux autres marchandises qui sont expédiées sur le Rhône pour Marseille, il y a tout lieu de croire que le chemin de fer en fera le transport, puisque les prix du tarif à la descente sont plus bas que ceux à la remonte, et parce que les frais de transbordement à Arles, et ceux dont, comme on vient de le dire, les prix à la descente seraient augmentés à cause de la nécessité ou de dépecer les bateaux qui auraient descendu, ou de payer fort cher pour les remonter; tous ces frais, dis-je, excéderaient les prix du transport par le chemin de fer. Or, le tonnage, arrivant à Marseille, par la voie du Rhône, étant de plus de 79,000 tonnes, l'on peut compter que la partie de ce tonnage dont s'emparera le chemin de fer sera de 70,000 tonnes au moins.

2° TRANSPORT PAR LE ROULAGE.

Pour évaluer d'une manière approximative les transports qui s'effectuent par le roulage entre Lyon et Marseille, j'ai eu recours aux tableaux de perception sur les ponts de la Durance à Bonpas, et de l'Isère à la Roche, qui m'ont été remis par MM. les directeurs des contributions indirectes des départements de Vaucluse et de la Drôme; or il résulte de ces tableaux, que j'ai résumés dans les n^os^ 6 et 7, placés à la suite de cette note, 1° que le nombre des chevaux attelés aux voitures de roulage chargées qui ont passé sur le pont de la Durance dans les années 1830, 1831, 1832, 1833 et 1834, soit en montant, soit en descendant, a été, moyennement par année, de 97,925; 2° qu'au pont de l'Isère, ce nombre a été de 79,866; mais je dois faire observer que dans ce dernier nombre se trouvent compris les attelages des carrioles transportant des voyageurs dont on n'a pas fait la distinction dans le tableau de péage du pont de l'Isère, parce que, sur ce pont, le tarif est le même pour ces voitures que pour celles du roulage. Or l'on peut évaluer que le nombre des carrioles, passant sur le pont de l'Isère est au moins égal à celui de ces voitures passant sur le pont de la Durance, et conséquemment que le nombre des chevaux attelés à ces carrioles est comme à ce dernier pont de 2,500

au moins, ce qui réduit le nombre des chevaux appartenant aux charrettes de roulage, passant annuellement sur le pont de l'Isère, à 77,366.

Si maintenant l'on admet que la charge de chaque cheval soit moyennement de 7 $\frac{1}{2}$ quintaux métriques ou 0.75 de tonnes, ce qui, d'après le dire des entrepreneurs de roulage, est même faible, on trouve que le tonnage moyen, transporté par le roulage et passant annuellement sur le pont de la Durance, est en nombre rond de 73,444^{to}, et que celui, passant sur le pont de l'Isère est de 58,024^{to}. La différence, qui est de 15,420 tonnes, représente la quantité de marchandises qui se charge ou se décharge dans l'intervalle entre la Durance et l'Isère. Je supposerai que ce chargement ou déchargement ait lieu à Avignon. L'on aura donc pour le tonnage de la marchandise qui se transporte annuellement sur toute la ligne de Lyon à Marseille, 58,024^{to}, et de plus, 15,420^{to}, depuis Avignon jusqu'à Marseille, équivalant à un tonnage de 5,133^{to} parcourant la ligne entière; de manière, que finalement la quantité de marchandises, transportée moyennement chaque année, par le roulage entre Lyon et Marseille, est de 63,157^{to}, que je réduirai à 60,000^{to}.

Sur cette quantité on peut évaluer $\frac{1}{3}$ ou 20,000 tonnes pour la descente et $\frac{2}{3}$ ou 40,000 tonnes pour la remonte. (Voir le calcul sous le n° 8, placé à la suite de cette note.)

3° TRANSPORT DES VOYAGEURS.

Il est d'autant plus difficile de déterminer même approximativement le nombre des voyageurs qui circulent sur la route de Lyon à Marseille, que les moyens de transport entre ces deux villes sont fort variés; car, outre les chaises de poste et les diligences, un grand nombre de carrioles ou voitures non suspendues parcourent journellement cette route et transportent beaucoup de voyageurs. Enfin l'on descend de Lyon à Marseille par des bateaux à vapeur, partant cinq fois par semaine dans la belle saison, et trois fois dans l'hiver, lorsque l'état du Rhône lui permet de naviguer.

Voici au reste les bases d'après lesquelles j'ai cherché à évaluer le nombre des voyageurs.

En consultant les tableaux n^{os} 6 et 7, placés à la suite de cette note, l'on voit que le nombre des chevaux attelés aux voitures suspendues qui ont passé sur les ponts de la Durance et de l'Isère, dans les années 1830, 1831, 1832, 1833 et 1834, a été moyennement par année, savoir :

Au pont de la Durance de.....		13,571
Au pont de l'Isère de.....	14,344	
A REPORTER.....	14,344	13,571

REPORT.....	14,344	13,571
A quoi il faut ajouter les chevaux attelés aux carrioles dont la distinction, comme on l'a déjà dit, n'a pas été faite dans le tableau du pont de l'Isère, mais dont on peut évaluer que le nombre est au moins égal à celui porté dans le tableau du pont de la Durance, c'est-à-dire à	2,508	2,508
TOTAUX.....	16,852	16,079

En prenant la moyenne entre ces deux résultats, on peut admettre que le nombre des chevaux attelés aux voitures qui transportent des voyageurs est moyennement chaque année, pour toute la ligne de Lyon à Marseille, de 16,485

Or, en supposant que chaque cheval traîne trois voyageurs, l'on trouve que le nombre de ceux-ci serait pour la totalité des voitures et des carrioles passant annuellement sur les ponts de la Durance et de la Drôme, soit en montant, soit en descendant, de..... 49,455

Il faut ajouter ensuite les voyageurs qui circulent entre Avignon et Valence, et qui ne passent pas sur les ponts susdésignés. Le nombre de ces voyageurs est évalué à environ cent cinquante par jour, s'arrêtant à Orange, à la Palud, à Pierrelatte ou à Valence, lesquels correspondent à vingt voyageurs parcourant la distance entière entre Lyon et Marseille, ce qui donne pour l'année..... 7,300

Quant aux voyageurs qui descendent le Rhône par les bateaux à vapeur, il résulte des renseignements qui m'ont été donnés, qu'on compte en moyenne cent vingt voyageurs par descente; or, comme ces bateaux partent moyennement quatre fois par semaine ou seize fois par mois, l'on doit porter le nombre des voyageurs transportés par cette à voie 1,920 par mois, dont il faut déduire $\frac{1}{6}$ pour interruptions de la navigation, ce qui réduit ce nombre à 1,600 par mois ou à 19,200 par an. Mais comme une partie de ces voyageurs s'arrête sur divers points du Rhône, on ne doit compter qu'environ les $\frac{2}{3}$ de ce nombre parcourant la ligne entière de Lyon à Marseille, ou..... 13,245

Le nombre total des voyageurs peut donc être évalué moyennement par année à 70,000

4° RÉSUMÉ DES TRANSPORTS.

Il résulte des détails dans lesquels on vient d'entrer, qu'indépendamment de toutes éventualités et en ne calculant que sur les transports actuels, le mouvement sur le chemin de fer se composera *au minimum;*

SAVOIR :

		TRANSPORTS à la remonte.	TRANSPORTS à la descente.
		tonnes.	tonnes.
En marchandises.	1° Du tonnage qui remonte le Rhône et équivalent à un parcours sur la ligne entière de.....	83,140	
	2° De celui transporté de Marseille à Lyon par le roulage, ci....	40,000	
	3° Du tonnage des marchandises qui arrivent à Marseille en descendant le Rhône, ci.....	.....	70,000
	4° Enfin du tonnage transporté de Lyon à Marseille par le roulage, ci.....	.....	20,000
	TOTAUX.....	128,140	90,000
	TOTAL GÉNÉRAL.....	213,140	
En voyageurs parcourant la ligne entière de Lyon à Marseille, à.....		70,000	

N° 4.

TABLEAU

DES BATIMENTS DE MER ET DES BATEAUX ORDINAIRES

QUI ONT REMONTÉ LE RHONE DEPUIS LA MER JUSQU'A LYON,

DANS LES ANNÉES 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 ET 1833,

AVEC L'INDICATION DU TONNAGE APPROXIMATIF DE CES BATIMENTS ET BATEAUX.

TABLEAU DES BATIMENTS DE

QUI ONT REMONTÉ LE RHÔNE DEPUIS LA MER JUSQU'À

AVEC L'INDICATION DU TONNAGE APPI

INDICATION DES BUREAUX.	DÉSIGNATION de l'espèce DES BATEAUX.	ANNÉE 1828.		ANNÉE 1829.		ANNÉE 1830.		ANNÉE
		NOMBRE des bateaux.	TONNAGE.	NOMBRE des bateaux.	TONNAGE.	NOMBRE des bateaux.	TONNAGE.	NOMBRE des bateaux.
DOUANES DE MARSEILLE.	Bâtiments de mer.....	735	45,817	789	46,403	677	44,998	719
De Marseille à Arles.								
BUREAU D'ARLES.	Bâtiments de mer.....	71	3,595	64	3,112	55	2,986	53
	Bateaux de 1re classe....	204	15,300	288	21,600	313	23,475	202
	Idem de 1re classe *bis*...	102	7,650	38	2,850	58	4,350	107
D'Arles à Beaucaire.	*Idem* de 2e classe.....	5	250	28	1,400	41	2,050	19
	Idem de 2e classe *bis*....	91	4,550	20	1,000	20	1,000	5
	TOTAUX.....	473	31,345	438	29,962	487	33,861	386
BUREAU DE FOURQUES.	Bateaux de 1re classe...	2	150	16	1,200	33	2,475	180
	Idem de 1re classe *bis*...	50	3,750	40	3,000	47	3,525	62
	Idem de 2e classe.....	6	300	5	250	22	1,100	29
De Fourques à Beaucaire.	*Idem* de 2e classe *bis*....	36	1,800	2	100	5	250	7
	TOTAUX.....	94	6,000	63	4,550	107	7,350	278
BUREAU DE BEAUCAIRE.	Bateaux de 1re classe....	973	72,975	873	65,475	1,182	88,650	974
	Idem de 1re classe *bis*...	44	3,300	12	900	16	1,200	79
	Idem de 2e classe.....	63	3,150	58	2,900	77	3,850	53
De Beaucaire à Avignon.	*Idem* de 2e classe *bis*....	107	5,350	32	1,600	40	2,000	22
	TOTAUX.....	1,187	84,775	975	70,875	1,315	95,700	1,128
BUREAU D'AVIGNON.	Bateaux de 1re classe....	1,084	81,300	960	72,000	1,189	89,175	959
	Idem de 1re classe *bis*...	18	1,350	6	450	9	675	36
	Idem de 2e classe.....	30	1,500	84	4,200	69	3,450	42
D'Avignon à Roquemaure.	*Idem* de 2e classe *bis*....	7	350	4	200	3	150	5
	TOTAUX.....	1,139	84,500	1,054	76,850	1,270	93,450	1,042
BUREAU DE ROQUEMAURE.	Bateaux de 1re classe....	1,112	83,400	1,001	75,075	1,244	93,300	1,036
	Idem de 1re classe *bis*...	24	1,800	18	1,350	9	675	51
De Roquemaure au bourg de Saint-Andéol.	*Idem* de 2e classe.....	29	1,450	88	4,400	80	4,000	41
	Idem de 2e classe *bis*....	3	150	//	//	3	150	//
	TOTAUX.....	1,168	86,800	1,107	80,825	1,336	98,125	1,128
BUREAU DU BOURG SAINT-ANDÉOL.	Bateaux de 1re classe....	1,142	85,650	968	72,600	1,288	96,600	1,046
	Idem de 1re classe *bis*...	38	2,850	25	1,875	19	1,425	55
Du bourg Saint-Andéol à Valence.	*Idem* de 2e classe.....	29	1,450	90	4,500	84	4,200	46
	Idem de 2e classe *bis*....	//	//	1	50	//	//	//
	TOTAUX.....	1,029	89,950	1,084	79,025	1,391	102,225	1,147
BUREAU DE VALENCE.	Bateaux de 1re classe....	1,145	85,875	984	73,800	1,314	98,550	1,158
	Idem de 1re classe *bis*...	128	9,600	85	6,375	92	6,900	120
De Valence à Condrieu.	*Idem* de 2e classe.....	18	900	91	4,550	86	4,300	36
	Idem de 2e classe *bis*....	3	150	4	200	2	100	2
	TOTAUX.....	12,94	96,525	1,164	84,925	1,494	109,850	1,316
BUREAU DE CONDRIEU.	Bateaux de 1re classe....	1,146	85,950	973	72,975	1,352	101,400	1,215
	Idem de 1re classe *bis*...	130	9,750	135	10,125	97	7,275	123
De Condrieu à Givors.	*Idem* de 2e classe	70	3,500	111	5,550	130	6,500	114
	Idem de 2e classe *bis*....	51	2,550	43	2,150	33	1,650	39
	TOTAUX.....	1,397	101,750	1,262	90,800	1,612	116,825	1,491
BUREAU DE GIVORS.	Bateaux de 1re classe....	1,032	77,400	912	68,400	1,257	94,275	1,035
	Idem de 1re classe *bis*...	1,195	89,625	1,017	76,275	1,487	111,525	1,207
De Givors à Lyon.	*Idem* de 2e classe	79	3,950	106	5,300	130	6,500	112
	Idem de 2e classe *bis*....	268	13,400	215	10,750	266	13,300	204
	TOTAUX.....	2,574	184,375	2,250	160,725	3,140	225,600	2,558

S BATEAUX ORDINAIRES

S ANNÉES 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 ET 1833,

RIVIÈRE ET BATEAUX.

1828.	ANNÉE 1833.		TOTAL, POUR LES SIX ANNÉES,		MOYENNE, PAR ANNÉE,		OBSERVATIONS.
TONNAGE.	NOMBRE des bateaux.	TONNAGE.	du nombre des bateaux.	du tonnage.	du nombre des bateaux.	du tonnage.	
47,437	919	47,122	4,776	276,806	796	46,134	Les bateaux de 1re et 2e classe sont chargés en tout ou en partie de sel, d'eau-de-vie, de vins, de sucre ou épiceries, de fers fondus et forgés.
2,328	56	3,060	354	18,868	59	3,145	
22,100	495	37,125	1,810	135,750	301	22,623	Les bateaux de 1re et 2e classe *bis* portent les marchandises autres que celles indiquées ci-dessus pour les bateaux de 1re et 2e classe.
10,950	68	5,100	519	38,925	86	6,487	
1,100	21	1,050	136	6,800	23	1,133	Le tonnage des bâtiments de mer a été donné par l'administration des douanes.
1,200	18	900	178	8,900	29	1,483	
36,678	658	47,235	2,997	209,243	499	34,874	Le tonnage des bateaux ordinaires a été calculé en supposant la charge des bateaux de 1re et 2e classe *bis* de 75 tonnes et celle des bateaux de 2e classe et 2e classe *bis* de 50 tonnes.
1,800	19	1,425	274	20,550	46	3,425	
225	"	"	202	15,150	34	2,525	
100	"	"	64	3,200	11	533	
150	1	50	54	2,700	9	450	
2,275	20	1,475	594	41,600	99	6,933	
72,200	1,060	79,500	6,118	458,850	1,018	76,475	
7,200	93	6,975	340	25,500	57	4,250	
2,700	29	1,450	334	16,700	56	2,783	
2,200	29	1,450	274	13,700	46	2,283	
84,300	1,211	89,375	7,066	514,750	1,178	85,791	
80,925	1,231	92,325	6,052	487,650	1,084	81,275	
3,225	3	225	115	8,625	19	1,437	
1,800	15	750	272	13,600	45	2,267	
450	60	3,000	88	4,400	15	733	
86,200	1,309	96,300	6,977	514,275	1,163	85,713	
82,500	1,224	91,800	6,797	509,775	1,133	84,963	
1,500	12	900	134	10,050	22	1,675	
950	23	1,150	280	14,000	47	2,333	
200	2	100	12	600	2	100	
84,150	1,261	93,950	7,223	534,425	1,204	89,071	
88,950	1,305	97,875	6,923	519,225	1,154	86,537	
4,275	20	1,500	214	16,050	36	2,675	
2,550	17	850	317	15,850	53	2,642	
50	8	400	10	500	2	83	
94,925	1,350	100,625	7,464	551,625	1,244	91,937	
95,325	1,407	105,525	7,279	545,925	1,213	90,987	
5,550	126	9,450	625	46,875	104	7,813	
2,250	19	950	295	14,750	49	2,458	
200	13	650	28	1,400	5	233	
103,325	1,565	116,575	8,227	608,950	1,371	101,491	
98,625	1,432	107,475	7,434	557,550	1,239	92,925	
7,050	140	10,500	719	53,925	120	8,987	
9,200	182	9,100	791	39,550	132	6,592	
3,250	86	4,300	317	15,850	53	2,642	
118,125	1,841	131,375	9,261	666,875	1,544	111,146	
86,925	1,253	93,975	6,648	498,600	1,108	83,100	
88,800	755	56,625	6,845	513,775	1,141	85,562	
9,250	167	8,350	779	38,950	130	6,492	
23,850	404	20,200	1,834	91,700	306	15,283	
208,825	2,579	179,150	16,106	1,142,425	2,684	190,437	

N° 5.

TABLEAU

DES BATIMENTS DE MER ET DES BATEAUX ORDINAIRES

QUI ONT DESCENDU LE RHONE DEPUIS LYON JUSQU'A LA MER,

DANS LES ANNÉES 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 ET 1833,

AVEC L'INDICATION DU TONNAGE APPROXIMATIF DE CES BATIMENTS ET BATEAUX.

TABLEAU DES BATEAUX ORDIN

QUI ONT DESCENDU LE RHÔNE DEPUIS LYON JUSQU'À L

AVEC L'INDICATION DU TONNAGE APP

INDICATION DES BUREAUX.	DÉSIGNATION de l'espèce DES BATEAUX.	ANNÉE 1828. Nombre des bateaux.	ANNÉE 1828. TONNAGE.	ANNÉE 1829. Nombre des bateaux.	ANNÉE 1829. TONNAGE.	ANNÉE 1830. Nombre des bateaux.	ANNÉE 1830. TONNAGE	ANNÉE Nombre des bateaux.
BUREAU DE GIVORS. — De Lyon à Givors.	Bateaux de 1re classe....	437	32,775	393	29,475	389	29,175	319
	Idem de 1re classe *bis*...	1,391	104,325	929	69,675	1,021	76,575	1,117
	Idem de 2e classe.....	114	5,700	123	6,150	113	5,650	144
	Idem de 2e classe *bis*....	556	27,800	510	25,500	514	25,700	516
	TOTAUX.....	2,498	170,600	1,955	130,800	2,037	137,100	2,096
BUREAU DE CONDRIEU. — De Lyon à Condrieu.	Bateaux de 1re classe....	295	22,125	280	21,100	287	21,525	243
	Idem de 1re classe *bis*...	1,820	136,500	1,569	117,675	1,675	125,625	1,655
	Idem de 2e classe.....	33	1,650	38	1,900	21	1,050	22
	Idem de 2e classe *bis*....	274	13,700	274	13,700	227	13,350	198
	TOTAUX.....	2,422	173,975	2,161	154,275	2,210	159,550	2,118
BUREAU DE VALENCE. — De Lyon à Valence.	Bateaux de 1re classe....	294	22,050	289	21,675	293	21,975	248
	Idem de 1re classe *bis*...	1,633	122,475	1,344	100,800	1,529	114,675	1,535
	Idem de 2e classe.....	27	1,350	41	2,050	17	850	25
	Idem de 2e classe *bis*....	167	8,350	131	6,550	116	5,800	114
	TOTAUX.....	2,121	154,225	1,805	131,075	1,955	143,300	1,922
BUREAU DU BOURG SAINT-ANDÉOL. — De Valence à Saint-Andéol.	Bateaux de 1re classe....	318	23,850	296	22,200	301	22,575	253
	Idem de 1re classe *bis*...	1,153	86,475	994	74,550	1,063	79,725	1,040
	Idem de 2e classe.....	64	3,200	65	3,250	42	2,100	58
	Idem de 2e classe *bis*....	124	6,200	147	7,350	111	5,550	107
	TOTAUX.....	1,659	119,725	1,502	107,350	1,517	109,950	1,458
BUREAU DE ROQUEMAURE. — Du bourg Saint-Andéol à Roquemaure.	Bateaux de 1re classe....	319	23,925	294	22,050	299	22,425	254
	Idem de 1re classe *bis*...	1,369	102,675	1,211	90,825	1,307	98,025	1,227
	Idem de 2e classe.....	77	3,850	71	3,550	52	2,600	64
	Idem de 2e classe *bis*....	302	15,100	300	15,000	262	13,100	225
	TOTAUX.....	2,067	145,550	1,876	131,425	1,920	136,150	1,770
BUREAU D'AVIGNON. — De Roquemaure à Avignon.	Bateaux de 1re classe....	333	24,975	307	23,025	315	23,625	297
	Idem de 1re classe *bis*....	1,281	96,075	1,138	85,350	1,178	88,350	1,139
	Idem de 2e classe.....	92	4,600	94	4,700	70	3,500	79
	Idem de 2e classe *bis*....	332	16,600	325	16,250	239	11,950	244
	TOTAUX.....	2,038	142,250	1,864	129,325	1,802	127,425	1,759
BUREAU DE BEAUCAIRE. — D'Avignon à Beaucaire.	Bateaux de 1re classe....	311	23,325	319	23,925	317	23,775	348
	Idem de 1re classe *bis*...	855	64,125	775	58,125	835	62,625	859
	Idem de 2e classe.....	91	4,550	83	4,150	72	3,600	74
	Idem de 2e classe *bis*....	110	5,500	104	5,200	86	4,300	76
	TOTAUX.....	1,367	97,500	1,281	91,400	1,310	94,300	1,357
BUREAU DE FOURQUES. — De Beaucaire à Fourques.	Bateaux de 1re classe....	5	375	3	225	34	2,550	130
	Idem de 1re classe *bis*...	61	4,575	79	5,925	63	4,725	81
	Idem de 2e classe.....	19	950	12	600	9	450	34
	Idem de 2e classe *bis*....	4	200	7	350	7	350	8
	TOTAUX.....	89	6,100	101	7,100	113	8,075	253
BUREAU D'ARLES. — De Beaucaire à Arles.	Bateaux de 1re classe....	61	4,575	44	3,300	66	4,950	36
	Idem de 1re classe *bis*...	641	48,075	453	33,975	557	41,775	538
	Idem de 2e classe.....	25	1,250	27	1,350	23	1,150	37
	Idem de 2e classe *bis*....	79	3,950	67	3,350	68	3,400	54
	Bâtiments de mer.....	71	3,132	64	3,171	55	1,894	53
	TOTAUX.....	877	60,982	655	45,146	769	53,169	718
DOUANES DE MARSEILLE. — D'Arles à Marseille.	Bâtiments de mer.....	1,299	81,015	1,322	82,245	1,145	73,282	1,196

ES BATIMENTS DE MER

ES ANNÉES 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 ET 1833,

BEAUX ET BÂTIMENTS.

E 1832.	ANNÉE 1833.		TOTAL, POUR LES SIX ANNÉES,		MOYENNE, PAR ANNÉE,		OBSERVATIONS.
TONNAGE.	Nombre des bateaux.	TONNAGE.	du nombre des bateaux.	du tonnage.	du nombre des bateaux.	du tonnage.	
29,550	448	33,600	2,380	178,500	397	29,750	
89,475	1,333	99,975	6,984	523,800	1,164	87,300	Les bateaux de 1re et 2e classe sont chargés, en tout ou en partie, de sel, d'eau-de-vie, de vins, de sucre ou épiceries, de fers fondus et forgés.
9,500	209	10,450	893	44,650	149	7,440	
31,650	618	30,900	3,347	167,350	557	27,891	Les bateaux de 1re et 2e classe *bis* portent les marchandises autres que celles indiquées ci-dessus pour les bateaux de 1re et 2e classe.
160,175	2,608	174,925	13,604	914,300	2,267	152,383	
25,650	342	25,650	1,789	134,175	297	22,362	Le tonnage des bâtiments de mer a été donné par l'administration des douanes.
124,350	1,883	141,225	10,260	769,500	1,710	128,250	
1,150	20	1,000	157	7,850	26	1,308	Le tonnage des bateaux ordinaires a été calculé, en supposant la charge des bateaux de 1re classe et 1re classe *bis* de 75 tonnes et celle des bateaux de 2e classe et 2e classe *bis* de 50 tonnes. Cependan fera observer que ces bateaux sont plus chargés à la descente qu'à la remonte. et que les bateaux de charbon surtout portent jusqu'à 100 tonnes.
13,700	283	14,150	1,530	76,500	255	12,750	
164,850	2,528	182,025	13,736	988,025	2,289	164,671	
25,425	338	25,350	1,801	135,075	300	22,512	
104,850	1,630	122,250	9,069	680,175	1,511	113,362	
850	17	850	144	7,200	24	1,200	
5,400	78	3,900	714	35,700	119	5,950	
136,525	2,063	152,350	11,728	858,150	1,954	143,025	
26,775	351	26,325	1,876	140,700	312	23,450	
72,375	1,146	85,950	6,361	477,075	1,060	79,513	
2,100	39	1,950	310	15,500	52	2,583	
5,800	86	4,300	691	34,550	115	5,758	
107,050	1,622	118,525	9,238	667,825	1,539	111,304	
23,250	420	31,500	1,896	142,200	316	23,700	
89,625	1,440	108,000	7,749	581,175	1,291	96,862	
3,500	40	2,000	374	18,700	62	3,116	
10,050	212	10,600	1,502	75,100	250	12,516	
126,425	2,112	152,100	11,521	817,175	1,920	136,196	
28,350	384	28,800	2,014	151,050	336	25,175	
80,475	1,334	100,050	7,143	535,725	1,190	89,287	
3,600	67	3,350	474	23,700	79	3,950	
11,600	201	10,050	1,573	78,650	262	13,108	
124,025	1,986	142,250	11,204	789,125	1,867	131,521	
29,175	514	38,550	2,198	164,850	366	27,475	
57,075	813	60,975	4,898	367,350	816	61,225	
2,850	49	2,450	426	21,300	71	3,550	
3,550	77	3,850	524	26,200	87	4,367	
92,650	1,453	105,825	8,046	579,700	1,341	96,617	
825	2	150	185	13,875	31	2,212	
4,200	36	2,700	376	28,200	62	4,700	
300	7	350	87	4,350	14	725	
900	3	150	47	2,350	8	391	
6,225	48	3,350	695	48,775	116	8,129	
5,325	78	5,850	356	26,700	59	4,450	
28,050	611	45,825	3,174	238,050	529	39,675	
1,100	10	500	144	7,200	24	1,200	
3,750	52	2,600	395	19,750	66	3,291	
2,349	56	2,064	354	14,403	59	2,400	
40,574	807	56,839	4,423	306,103	737	51,017	
83,721	1,417	84,530	7,737	476,230	1,289	79,371	

N^os 6 ET 7.

TABLEAUX

DES OBJETS SOUMIS AU PÉAGE

SUR LES PONTS DE L'ISÈRE ET DE LA DURANCE,

DANS LES ANNÉES

1830, 1831, 1832, 1833 ET 1834.

TABLEAU DES OBJETS SOUM

DANS LES ANNÉES

INDICATION DES OBJETS SOUMIS AU PÉAGE.	NOM SOUMIS AU PÉ		
	1830.	1831.	1
Personnes à pied	70,341	59,860	
Conducteurs de chevaux, mulets, ânes, bœufs, etc.	3,903	3,585	
Chevaux ou mulets, avec leurs cavaliers	3,158	2,439	
Chevaux ou mulets chargés	134	75	
Anes ou ânesses non chargés	21	"	
Anes ou ânesses chargés	104	62	
Bœufs ou vaches destinés à la vente	291	495	
Veaux ou porcs	767	534	
Moutons, brebis, boucs, chèvres, cochons de lait, paires d'oies ou de dindons	2,810	3,534	
Voitures suspendues à deux roues	743	638	
Voitures suspendues à quatre roues	1,797	1,244	
Voitures publiques suspendues	3,024	2,268	
Chevaux attelés à la totalité de ces voitures suspendues	16,245	11,232	
Charrettes de roulage chargées, à deux roues, non suspendues	38,709	38,934	
Chariots de roulage chargés, à quatre roues, non suspendus	168	161	
Chevaux attelés à la totalité de ces charrettes et chariots non suspendus	78,733	76,879	
Charrettes de roulage, à deux roues, vides	9,553	9,412	
Chariots de roulage, à quatre roues, vides	3,647	4,114	
Chevaux attelés à ces charrettes et chariots vides	25,401	26,486	
Charrettes employées au transport des récoltes ou engrais, chargées	209	115	
Chevaux attelés à ces dernières charrettes	419	208	
Charrettes employées au transport des récoltes ou engrais, vides	190	107	
Chevaux attelés à ces dernières charrettes	386	194	

TABLEAU DES OBJETS SOUI

DANS LES ANNÉE

INDICATION DES OBJETS SOUMIS AU PÉAGE.	NO SOUMIS AU	
	1830.	1831.
Personnes à pied	45,089	41,061
Chevaux ou mulets, avec leurs cavaliers	5,192	5,419
Chevaux ou mulets chargés	580	645
Chevaux ou mulets non chargés	2,259	1,686
Anes ou ânesses chargés	4,233	4,772
Bœufs et vaches non attelés	897	892
Anes ou ânesses non chargés, veaux ou cochons	3 194	4,055
Moutons, brebis ou chèvres	144 050	123,310
Voitures suspendues à deux roues	1,913	1,868
Voitures suspendues à quatre roues et diligences	3,543	3,209
Chevaux attelés à la totalité de ces voitures suspendues	13,475	12,136
Carrioles ou voitures non suspendues	2,618	2,414
Chevaux attelés à ces carrioles	3,026	2,511
Charrettes de roulage chargées, à deux roues	54,496	59,335
Chariots de roulage chargés, à quatre roues	52	54
Chevaux attelés à la totalité de ces charrettes et chariots de roulage	96,557	101,564
Charrettes de roulage à deux roues, vides	17,168	18,240
Chevaux attelés à ces charrettes vides	22,887	22,537
Charrettes chargées employées au transport des engrais ou à la rentrée des récoltes	4,357	4,417
Chevaux attelés à ces charrettes	5,484	5,224
Charrettes employées à l'exploitation des terres et attelées d'un âne ou d'une ânesse	1,020	1,292
Anes ou ânesses attelés à ces charrettes	1,020	1,292

SUR LE PONT DE L'ISÈRE

1832, 1833 ET 1834.

	1834.	TOTAL pour LES 5 ANNÉES.	NOMBRE MOYEN par année.	OBSERVATIONS.
733	67,416	330,053	66,011	Ces résultats sont extraits du tableau qui a été dressé par M. le directeur des contributions indirectes du département de la Drôme.
576	3,673	17,750	3,550	
533	36	13,603	2,721	
28	61	369	74	
"	"	21	4	
"	"	170	34	
179	172	1,394	279	
915	470	3,177	635	
538	3,218	19,162	3,832	
659	742	3,360	672	
809	1,865	7,679	1,536	
449	3,647	14,859	2,972	
512	16.717	71,720	14,344	
924	45,054	206,486	41,297	
185	290	958	192	
913	80,799	399,329	73,866	
923	11,280	52,824	10,565	
906	3,843	19,513	3,902	
112	30,924	144,390	28,878	
685	505	1,231	246	
65	981	2,383	477	
20	319	961	192	
15	590	1,850	366	

SUR LE PONT DE LA DURANCE

1832, 1833 ET 1834.

	1834.	TOTAL pour LES 5 ANNÉES.	NOMBRE MOYEN par année.	OBSERVATIONS.
141	52,454	206,840	41,368	Ces résultats sont extraits du tableau qui a été dressé par M. le directeur des contributions indirectes du département de Vaucluse.
106	5,762	26,915	5,383	
104	414	2,442	488	
187	2,626	10,580	2,116	
176	4,641	23,473	4,694	
165	1,102	4,230	846	
922	2,902	15,601	3,120	
580	158,500	669,870	133,974	
134	1,975	9,934	1,987	
816	5,027	19,579	3,916	
130	15,563	67,855	13,571	
923	2,108	11,734	2,347	
503	2,110	12,538	2,508	
922	62,424	292,465	53.493	
69	28	257	51	
964	97,279	489,625	97,925	
961	20,632	94,397	18,879	
968	23,432	116,864	23,373	
909	3,315	20,254	4,051	
949	4,133	25,066	5,013	
199	1,146	5,890	1,178	
199	1,146	5,890	1,178	

N° 8.

CALCUL

RELATIF À LA SUBDIVISION DU ROULAGE MONTANT ET DE CELUI DESCENDANT SUR LA ROUTE ROYALE DE LYON À MARSEILLE.

Les proportions dans lesquelles ont lieu les transports à la remonte et ceux à la descente par le roulage sur la route royale de Lyon à Marseille ont été déterminées d'après les considérations suivantes.

Le nombre des chevaux chargés qui montent de Marseille à Lyon doit être égal à celui des chevaux qui descendent à vide, augmenté de ceux qui descendent chargés; ainsi en représentant par r le nombre des chevaux qui remontent chargés; par d celui des chevaux qui descendent également chargés, et par d' le nombre des chevaux qui descendent à vide, on aura la première relation:

$$r = d + d'. \qquad (1)$$

D'un autre côté, si l'on représente par a le nombre total des chevaux qui descendent et qui remontent chargés, l'on aura :

$$a = r + d.$$

Et en substituant pour r sa valeur tirée de l'équation (1), l'on aura :

$$a = 2d + d', \text{ d'où l'on tire } d = \frac{a - d'}{2}. \qquad (2)$$

Or, les tableaux n^{os} 5 et 6 donnent pour les valeurs de a et de d' :

Au pont de la Durance — $a = 97925$ — $d' = 23{,}373$;
Au pont de l'Isère — $a = 77366$ — $d' = 28{,}878$.

Substituant ces quantités dans l'équation (2), on trouvera pour la valeur de d, c'est-à-dire pour le nombre des chevaux qui descendent chargés :

Pour ceux passant au pont de la Durance	$d = 37{,}256$
Pour ceux passant au pont de l'Isère	$d = 24{,}244$
Différence	13,012

La différence de ces deux résultats exprime le nombre de chevaux qui chargent pour Marseille entre l'Isère et la Durance.

On supposera que ce chargement n'ait lieu qu'à Avignon. Dans cette hypothèse, les 13,012 chevaux parcourant la distance d'Avignon à Marseille équivalent à 4,331 parcourant la ligne entière de Lyon à Marseille, de manière que finalement le nombre total des chevaux chargés à la descente, et parcourant cette ligne, peut être évalué moyennement à $24{,}244 + 4{,}331 = 28{,}575$.

La charge de chaque cheval étant évaluée à 0.75 de tonne, la quantité des marchandises transportées annuellement de Lyon à Marseille par les 28,575 chevaux est donc de 21,431 tonnes, ce qui est à peu près le tiers des 63,157 tonnes qui remontent et descendent par la route.

D'après ces résultats, on a fixé { la remonte à..... 40,000^te^ ; et la descente à..... 20,000

N° 9.

DÉTERMINATION

DU NOMBRE DES WAGONS ET DE CELUI DES VOITURES NÉCESSAIRES POUR L'EXPLOITATION DU CHEMIN DE FER.

1° WAGONS.

Le tonnage annuel des marchandises à transporter ayant été calculé devoir être au *minimum* { de Marseille à Lyon, de ..... 123,140^to^ ; de Lyon à Marseille, de 90,000

TOTAL 213,140

Et le nombre de journées de transport étant supposé annuellement de 300, on devra transporter moyennement chaque jour { de Marseille à Lyon ..... 410^to^ ; de Lyon à Marseille 300

TOTAL 710

Ce qui exigera, à raison de 3 tonnes par par wagon, l'emploi journalier de 237 wagons chargés, dont { à la remonte ..... 137 ; à la descente ..... 100 } 237

Mais, à raison de cette différence dans le nombre des wagons chargés montants et descendants, il faudra de plus, pour fournir à l'excédant qui part de Marseille, qu'indépendamment des 100 wagons chargés qui partent chaque jour de Lyon, il descende encore journellement de ce point 37 wagons vides, de manière que le nombre des wagons qui seront chaque jour en marche sera de 274

Et comme les marchandises mettront généralement plus d'un jour pour faire le trajet, il faudra un matériel double en wagons; l'on doit donc encore porter 274

Enfin l'on devra avoir de plus pour les chargements et déchargements et la réserve destinée à remplacer les wagons en réparation 352

Nombre total des wagons 900

2° VOITURES POUR LES VOYAGEURS.

On a calculé que le nombre des voyageurs à transporter annuellement, sur le chemin, devait être au *minimum* de 70,000

En supposant que les deux extrémités du chemin, Marseille et Lyon, fournissent ou

reçoivent le même nombre de voyageurs; et le nombre de jours de l'année étant de 365, l'on aura à transporter moyennement chaque jour environ 192 voyageurs, c'est-à-dire 96 de chaque côté.

Chaque voiture contenant moyennement 20 personnes, il faudra, pour le transport des 192, l'emploi journalier de 10 voitures, que l'on portera à 12, attendu que les voitures ne seront pas toujours pleines. Ce nombre devra être doublé pour subvenir au remplacement de celles qui seraient en retard on qui exigeraient des réparations : en conséquence on doit porter le nombre de ces voitures à..... 24

dont 12 de 1re classe, couvertes et fermées,

et 12 de 2e classe, non fermées.

N° 10.

DÉTERMINATION

DU NOMBRE DES MACHINES LOCOMOTIVES NÉCESSAIRES POUR LE SERVICE DES TRANSPORTS.

On supposera l'emploi de machines locomotives de force moyenne, pesant chacune 8^te^.40 et 13^te^.40 avec le *tender* (chariot portant l'approvisionnement d'eau et de coke).

Chacune de ces machines traînera moyennement 15 wagons pleins, en montant de Marseille à Lyon, et 11 wagons également pleins, avec 3 à 4 wagons vides, en descendant de Lyon à Marseille (voir les calculs du n° 13), au moyen de quoi le nombre des convois qui arriveront journellement à Lyon et à Marseille, ou qui partiront de chacune de ces villes, sera de 9 et de 18 pour ces deux extrémités de la ligne. On portera ce nombre à 20.

Chaque convoi parcourant la longueur de la ligne qui est de 346,600 mètres, le chemin fait par les 20 convois sera de 6,932,000 mètres.

Or il résulte des attachements tenus sur le service fait par les meilleures machines du chemin de Liverpool à Manchester, et qui sont rapportés par M. de Pambour dans son ouvrage sur ces machines, que chacune d'elles ne fait moyennement que 100,000 mètres ou 100 kilomètres (25 lieues de 4,000 mètres) par jour, eu égard au temps perdu pendant qu'elles sont en réparation ou qu'elles ne travaillent pas. En évaluant donc le parcours journalier de ces machines à 100 kilomètres, et en divisant le chemin fait par les 20 convois, par ce travail journalier, on trouve que le service du transport des marchandises exigera que l'on ait..... 69 machines.

A ce nombre il faut ajouter les machines de renfort qui seront employées pour monter de chaque côté du souterrain de la Nerthe, les rampes de 0.005. Une machine placée au pied de chaque rampe suffira pour ce service; mais on doublera ce nombre pour le remplacement de celles qui seraient en réparation; on portera donc pour ce service..... 4

Total des machines nécessaires pour le service du transport des marchandises..... 73

Le nombre des voyageurs n'étant supposé moyennement que de 192 par jour, il suffira pour en opérer le transport de faire partir journellement de chaque extrémité un train. Or, chaque train parcourant dans le jour 346,600 mètres, et les deux trains 693,200 mètres, il ne faudrait, d'après ce qui vient d'être dit, que 7 machines pour ce service, cependant l'on en portera 8

Nombre total des machines nécessaires pour le service du transport des marchandises et des voyageurs ..... 81.

N° 11.

DÉTERMINATION

DU PRIX DU GRAISSAGE DES WAGONS ET VOITURES.

WAGONS.

Chaque wagon portant 3 tonnes de marchandises, le nombre des wagons employés au transport des 213,140 tonnes sera exprimé par $\frac{213,140}{3}$ et comme chaque wagon parcourra 347 kilomètres, la longueur parcourue par la totalité des wagons sera $\frac{347 \times 213,140.}{3}$ Si donc l'on représente par F les frais de graissage d'un wagon par kilomètres, la dépense totale annuelle pour le graissage des wagons sera exprimé par $\frac{F \times 347 \times 213,140}{3}$. Dans l'absence de données suffisantes pour déterminer avec certitude la valeur de F, j'admettrai, d'après quelques expériences, que $F = 0.0025$; ce qui portera la dépense annuelle du graissage des wagons à la somme de..... 61,632^{f} 98^{c}

VOITURES DES VOYAGEURS.

Chaque voiture contenant moyennement 20 personnes, le nombre des voitures employées au transport des 7,0000 voyageurs sera exprimé par $\frac{70,000}{20}$ et comme chaque voiture parcourra 347 kilomètres, la longueur parcourue par la totalité des voitures sera $\frac{347 \times 70,000}{20}$. Si donc l'on représente par F' les frais de graissage de l'une de ces voitures par kilomètre, la dépense totale annuelle du graissage de ces voitures sera exprimée par $\frac{F' \times 347 \times 70,000}{20}$ qui, en supposant $F' = 0.003$, portera cette dépense à la somme de..... 3,643 50

[1] TOTAL de la dépense annuelle du graissage des wagons et voitures... 65,276 48

[1] Le chiffre de cette dépense augmentera un peu, parce que d'une part l'on n'a pas eu égard aux wagons qui doivent marcher à vide, et parce que de l'autre les voitures des voyageurs n'étant pas toujours pleines, on en emploiera un plus grand nombre que celui indiqué ci-dessus pour effectuer les transports.

N° 12.

FORMULES

RELATIVES AUX MACHINES LOCOMOTIVES EMPLOYÉES DANS LES TRANSPORTS SUR LES CHEMINS DE FER.

Pour pouvoir calculer les frais de traction sur un chemin de fer desservi par des machines locomotives, il faut d'abord déterminer l'effet dont ces machines sont capables, en cherchant la relation qui existe entre la pression de la vapeur sur les pistons, l'effort que doit vaincre cette pression et la vitesse de la marche de ces machines.

Avant la publication de l'ouvrage fort remarquable de M. Guyoneau de Pambour, intitulé : *Traité théorique et pratique des machines locomotives*, l'on n'avait que peu de données sur les effets de ces machines; mais les observations nouvelles contenues dans cet ouvrage, et les expériences nombreuses qui ont été faites par l'auteur sur les locomotives de Liverpool à Manchester, ont jeté un grand jour sur cette matière et ont mis les ingénieurs à même d'apprécier les effets de ces machines d'une manière plus exacte qu'on n'avait pu le faire jusqu'à présent.

Cependant en comparant les résultats des expériences rapportées par M. de Pambour avec ceux calculés d'après les formules auxquelles cet auteur parvient, l'on trouve que ces résultats présentent d'assez grandes différences, et que, généralement, les vitesses données par ces formules sont plus grandes que celles assignées par les expériences. Ces différences que j'avais reconnues au moment où parut l'ouvrage de M. de Pambour, avaient également frappé M. Navier qui, dans une note insérée dans les *Annales des ponts et chaussées*, premier cahier de 1836, a recherché les causes de ces différences et modifié les formules de M. de Pambour, de manière à les faire s'accorder plus exactement avec les expériences.

Je me bornerai donc à renvoyer à cette note intéressante et à rapporter ici les formules de ce savant ingénieur dont la perte récente a été si vivement sentie par le corps des ponts et chaussées, en y faisant, toutefois, quelques légères modifications.

Soient :

P = le poids total, en kilogrammes, d'un convoi, y compris la machine et son *tender*.

i = la pente ou rampe du chemin.

λ = la résistance propre de la machine, due au frottement de l'appareil travaillant à vide, et au choc de l'air contre la machine.

M. de Pambour et, d'après lui, M. Navier, adoptent pour le coefficient du frottement sur un chemin de fer de niveau, la fraction 0.0036 ou $\frac{1}{280}$ du poids. Je pense que ce

coefficient, dans le plus grand nombre de cas, est un peu faible. Je le porterai à $\frac{1}{250}$ ou à 0.004 du poids; en conséquence l'on aura :

Sur un chemin de niveau;

Résistance ou effort de traction	$0.004\,P$
Augmentation de résistance de la machine, due à l'obligation de la faire marcher en produisant l'effort $0.004\,P$	$0.0005\,P$
Résistance propre de la machine	λ
RÉSISTANCE TOTALE	$0.0045\,P + \lambda$

Sur un chemin dont la pente est i :

Résistance ou effort de traction	$(0.004 \pm i)P$
Augmentation de résistance de la machine, due à cet effort	$\frac{(0.004 \pm i)}{0.004}\,0.0005\,P$
Résistance propre de la machine	λ
RÉSISTANCE TOTALE	$1.125\,P(0.004 \pm i) + \lambda$

Il est, d'ailleurs, entendu que cette résistance totale doit être considérée comme agissant à l'extrémité du rayon des roues de la machine.

Soient maintenant :

F = la pression exercée par la vapeur dans la chaudière sur un mètre carré;

F′ = la pression exercée par la vapeur dans les cylindres;

F″ = la pression derrière les pistons;

v = le volume qne prend un kilogramme d'eau vaporisée dans la chaudière sous la pression F;

Π = le poids de la vapeur qui passe par seconde dans les cylindres;

V = la vitesse de la machine;

c = la course des pistons;

d = le diamètre des pistons;

D = le diamètre des roues de la machine.

La première condition du mouvement uniforme du convoi est que la pression exercée sur les pistons fasse équilibre à la résistance totale à vaincre ce qui donne la première équation :

$$F' = \frac{D}{cd^2}\left\{F''\frac{cd^2}{D} + 1.125P(0.004 \pm i) + \lambda\right\} \qquad (1)$$

La seconde condition est que le volume de l'espace parcouru par les pistons dans une seconde, soit égal au volume de la vapeur qui passe dans le même temps par les cylindres

pour produire l'action de la machine, ce volume étant mesuré sous la pression et à la température qui ont lieu dans ces cylindres.

Le volume de l'espace parcouru par les pistons dans une seconde..... $= \frac{cd^2V}{D}$

Le volume de la vapeur qui passe dans le même temps par les cylindres, mesuré sous la pression qui a lieu dans les cylindres (la température étant supposée la même dans la chaudière que dans les cylindres)..... $= \frac{\varpi \Pi F}{F'}$

L'on aura donc la deuxième équation $\frac{cd^2V}{D} = \frac{\varpi \Pi F}{F'}$ d'où :

$$F' = \frac{D}{cd^2} \frac{\varpi \Pi F}{V} \qquad (2)$$

Egalant le deux expressions de F' données par les équations (1) et (2), l'on aura :

$$\frac{\Pi F}{V} = \frac{F cd^2}{D} + 1.125 P(0.004 \pm i) + \lambda, \text{ d'où l'on tire :}$$

$$V = \frac{\varpi F \Pi}{\frac{F' cd^2}{D} + 1.125 P(0.004 \pm i) + \lambda} \qquad (3)$$

$$P = \frac{\frac{\varpi F \Pi}{V} - \frac{F' cd^2}{D} - \lambda}{1.125(0.004 \pm i)} \qquad (4)$$

Au moyen de l'une de ces équations, on peut déterminer chacune des trois quantités V, P et i, lorsque les deux autres sont données, et lorsque, d'ailleurs, les dimensions des diverses parties de la machine et la tension de la vapeur dans la chaudière sont connues; mais pour pouvoir en faire usage, il faut d'abord fixer les valeurs de F'', λ et Π.

M. Navier a trouvé que, pour les machines de force moyenne semblables à celles dont je suppose qu'on fera l'emploi pour l'exploitation du chemin de fer de Lyon à Marseille, l'on a $F'' = 12{,}913$. (5)

Les expériences de M. de Pambour peuvent donner immédiatement la valeur de λ; en effet, dans ces expériences, le frottement propre des machines locomotives a été déterminé ou par la moindre pression nécessaire pour les faire mouvoir, ou par l'angle du frottement. Dans le premier système d'expériences, les vitesses étaient presque nulles, et conséquemment la résistance de l'air peut être négligée, de manière que la valeur de λ est alors celle du frottement de l'appareil travaillant à vide; dans le deuxième système, au contraire, les vitesses étant plus ou moins grandes, la résistance due au choc de l'air devait être plus ou moins forte, l'on conçoit donc qu'en comparant ces deux séries d'expériences, on peut parvenir à distinguer dans la valeur de la résistance λ, la partie qui correspond au frottement de l'appareil travaillant à vide, de celle qui est due au choc de l'air contre la machine [1].

[1] En calculant λ d'après ces considérations, on trouve $\lambda = 10.^{k}86 + 0.378 V^2$, qui diffère peu de la valeur déterminée par M. Navier.

Cependant, j'adopterai la valeur de λ déterminée suivant une autre méthode par M. Navier, et qui est :

$$\lambda = 10 + 0.4445\,V^2 \qquad (6)$$

Quant à la détermination de la quantité Π de vapeur qui passe par seconde dans les cylindres, il résulte des expériences de M. de Pambour que cette quantité n'est que les $\frac{1}{4}$ de celle produite pendant le même temps dans la chaudière, de manière qu'en représentant par Π' cette dernière quantité, on a :

$$\Pi = 0.75\,\Pi'$$

Mais ces mêmes expériences font encore connaître que la production de la vapeur dans la chaudière, qui augmente avec la surface de chauffe, croît également avec la vitesse de la machine, et MM. Polonceau et Belanger ont trouvé (*Mémoire sur le chemin de Paris à Rouen et au Havre*, février 1836) que la quantité de vapeur produite dans la chaudière des machines locomotives pouvait être représentée assez exactement par l'expression générale

$$\Pi' = S(xV + y),$$

dans laquelle V désigne la vitesse de la machine, S la surface de chauffe, x et y des coefficients dont les valeurs données par les expériences de M. de Pambour ont été trouvées par MM. Polonceau et Belanger de 0.0014 et 0.022; de manière qu'on aurait pour les machines semblables à celles du chemin de Liverpool :

$$\Pi' = S\,(0.0014\,V + 0.022) \qquad (7)$$

$$\text{et } \Pi = 0{,}75\,\Pi' = 0.75\,S\Pi'\,(0.0014\,V + 0.022) \qquad (8)$$

Si maintenant l'on substitue dans les équations (3) et (4) les valeurs de F'', λ et Π et si l'on suppose, comme dans les machines anglaises de force moyenne (telles que Vulcan, Fury et Vesta) :

$$c = 0.406 \quad d = 0.279 \quad D = 1.525 \quad S = 12.50,$$

L'on aura en faisant toutes ces substitutions dans les équations 3 et 4 :

$$V = \frac{3974.60 + 258.35\,V}{227.60 + 1.125\,P(0.004 \pm i) + 0.4445\,V^2} \qquad (9)$$

$$P = \frac{\frac{3974.60}{V} - 19.25 - 0.4445\,V^2}{1.125(0.004 \pm i)} \qquad (10)$$

Ce sont les équations dont on se servira dans les calculs relatifs aux transports sur le chemin de Lyon à Marseille.

[1] En élaguant les résultats donnés par les deux machines Firelly et Leeds, dont l'une était en mauvais état et l'autre traînait l'eau de la chaudière avec la vapeur dans les cylindres, on trouve $\Pi = S\,(0.0015\,V + 0.0207)$.

Mais avant de passer à ces applications, il est utile de connaître la plus grande charge que peuvent traîner les machines locomotives et la plus petite vitesse qu'elles peuvent prendre, en les faisant agir sous la tension de vapeur fixée ci-dessus à 4 atmosphères $\frac{1}{2}$.

Or, ces circonstances auront lieu lorsque la tension de la vapeur dans les cylindres sera la même que dans la chaudière. Si donc dans l'équation (2), on fait F' = F, on aura :

$$V = \frac{\gamma \pi DH}{cd^2}$$

Cette équation, en y faisant les substitutions, donne donc pour la plus petite vitesse de la machine :

$$V = \frac{20.63 \times 0.30}{0.73} = 5^m 65 \qquad (11)$$

Substituant cette valeur de V dans l'équation (10), on aura pour l'expression du plus grand poids que peut traîner la machine :

$$P = \frac{652.30}{1.125\ (0.004 \pm i)} \qquad (12)$$

De cette équation on tire :

$$P(0.004 \pm i) = \frac{652.30}{1.125} = 579.^{k.g.}82 \qquad (13)$$

Or, P (0,004 $\pm i$) exprime l'effort seul du tirage : il s'ensuit donc que, dans les machines que l'on considère ici, le plus grand effort de tirage qu'on peut leur faire exercer, en limitant la tension de la vapeur dans la chaudière à 4 atmosphères $\frac{1}{2}$, ne doit pas excéder environ 580 kilogrammes.

N° 13.

DÉTERMINATION

DE LA CHARGE QUE LES MACHINES LOCOMOTIVES PEUVENT TRAINER SUR UN CHEMIN DE FER, SANS GLISSER.

L'on vient de déterminer le plus grand poids que ces machines peuvent traîner lorsqu'elles agissent sous une tension de vapeur donnée et qu'on a fixée ci-dessus à 4 atmosphères $\frac{1}{2}$, mais ce poids se trouve encore limité par la condition que la machine ne glisse pas, en le tirant sur la plus forte rampe du chemin de fer; ainsi donc, c'est d'après cette rampe *maxima* du chemin que doit être réglée la charge des convois, de telle manière que l'effort qu'y exerce la machine pour le traîner n'excède pas la résistance de cette machine au glissement.

Or, les tableaux de transport rapportés dans l'ouvrage précité de M. de Pambour font connaître qu'en ne considérant que les convois dans lesquels l'effort exercé par les machines approchait de la limite au delà de laquelle elle aurait glissé, cet effort correspondait à un poids variant de $\frac{1}{9}$ à $\frac{1}{13}$ de celui de la machine, mais il faut observer que ces expériences ont été faites dans un beau temps, et que l'on ne doit pas compter sur un effort aussi grand dans le service journalier des locomotives, à cause des mauvais temps pendant lesquels les résistances augmentent.

En conséquence, je pense que l'on doit régler la charge des convois, de manière que le plus grand effort de tirage que les machines auront à exercer ne dépasse pas $\frac{1}{15}$ de leur poids.

Si donc l'on représente :

Le poids de la machine par p;

La plus forte rampe du chemin de fer par I;

Le poids total du convoi, en y comprenant la machine et son tender, par P;

La valeur de P sera déterminée par la relation

$$P(0.004 + I) = \frac{p}{15} \qquad (14)$$

Si l'on applique cette équation aux machines de force moyenne qu'on a déjà indiquées ci-dessus et pour lesquelles $p = 8{,}400$ kilogrammes moyennement, l'on trouvera :

$$P(0.004 + I) = \frac{8{,}400}{15} = 560 \text{ kilogr.} \qquad (15)$$

Or, cet effort étant moindre que celui donné par l'équation (13), il s'ensuit que si l'on règle le poids des convois de manière à satisfaire à l'équation (15), l'on sera assuré de se trouver au-dessous de l'action que peuvent produire ces machines en agissant sous une tension de vapeur de 4 atmosphères $\frac{1}{2}$.

N° 14.

FIXATION

DU POIDS DES CONVOIS À TRANSPORTER SUR LE CHEMIN DE FER DE LYON A MARSEILLE.

L'on suppose que l'on fera usage de machines locomotives de force moyenne pesant 8^to^.40 et 13^to^.40 avec son tender, et que les wagons chargés de 3^to^ pèsent 4^to^.50, ce qui porte le poids de ces wagons à 1^to^.50.

L'on a vu que l'inclinaison des plus fortes rampes du chemin de fer depuis Lyon jusqu'aux Martigues et un peu au delà n'est que de 0.003 et que les seules rampes de 0.005 qui existent entre les Martigues et Marseille sont celles qui aboutissent à l'entrée du souterrain de la Nerthe et dont l'une, du côté des Martigues, a 12,493 mètres de longueur et l'autre a 14,030 mètres, depuis l'entrée du souterrain jusqu'à Marseille.

La disposition de ces deux rampes, qui se réunissent en un même point, fait déjà pressentir qu'il devra y avoir de l'avantage à employer des machines de renfort pour gravir ces rampes, parce qu'alors les plus fortes pentes que les machines auront à monter seules, n'étant plus que de 0.003, la charge des convois pourra être notamment plus considérable.

En effet, si la machine qui part d'une extrémité du chemin pour arriver à l'autre devait franchir sans secours les rampes de 0.005, il faudrait régler le poids des convois d'après le taux de ces rampes, et de manière à satisfaire à l'équation (15), c'est-à-dire qu'on devrait avoir :

$$P = \frac{560}{0.009} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 62,222 \text{ kil.}$$

Retranchant le poids de la machine et du tender.....	13,400
Il resterait pour le poids des wagons chargés	48,822
Déduisant pour le poids des wagons $\frac{1}{3}$ ci.....	16,274
Reste pour le tonnage des marchandises de chaque convoi.....	32,548^kil^

Ainsi, dans cette hypothèse, la machine ne traînerait que 32 à 33 tonnes de marchandises.

Si au contraire on emploie une machine de renfort pour aider le convoi à gravir la rampe de 0.005. alors le poids du convoi ne devant plus être réglé que d'après la pente de 0,003 ; ce poids sera donné par l'équation

$$P = \frac{560}{0.007} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 80,000^{kil.}$$

Retranchant le poids de la machine et du tender.....	13,400

Il resterait pour le poids des wagons chargés.....	66,600
Déduisant pour le poids des wagons $\frac{1}{3}$; ci.....	22,200
Reste pour le tonnage des marchandises de chaque convoi.....	44,400^{kil}

Ce qui indique que la machine traînerait alors 44 à 45 tonnes, c'est-à-dire plus de $\frac{1}{3}$ de marchandises en sus de ce qu'elle traînerait, sans le secours de la machine de renfort.

D'un autre côté, si l'on n'employait pas de machines de renfort, on trouve, en établissant des calculs semblables à ceux du n° 9, qu'il faudrait 90 locomotives pour faire le service du transport des marchandises seulement, tandis qu'il n'en faut que 73, y compris celles de renfort, en faisant usage de ces dernières, ce qui fait une différence de 17 machines.

Enfin il est évident qu'en n'employant pas l'aide des machines de renfort, le combustible consommé ainsi que les frais de conduite et d'entretien des machines seraient beaucoup plus considérables, bien que d'ailleurs le chemin fût parcouru en moins de temps.

D'après ces considérations, on a admis qu'on emploierait une machine de renfort à chacune des rampes de 0.005 qui aboutissent à l'entrée du souterrain de la Nerthe, en réglant le poids des convois d'après la rampe de 0.003 qui sera alors la plus forte. Il en résultera que chaque convoi montant de Marseille à Lyon sera composé de 15 wagons, portant ensemble environ 45 tonnes, et pesant avec les marchandises 67 tonnes [1].

Quant aux convois descendant de Lyon à Marseille, le nombre en sera le même que celui des convois montants, mais la charge sera moindre que celle de ces derniers, à cause de la différence du tonnage à transporter dans les deux sens; en conséquence, chaque convoi descendant sera composé de 11 wagons portant 33 tonnes de marchandises, et de 3 ou 4 wagons vides, le tout pesant 56 tonnes.

Ainsi le service du transport journalier des 710 tonnes de marchandises se fera au

[1] Au lieu de machines de renfort, on pourra employer des machines plus fortes que celles qu'on a jusqu'ici considérées pour faire le service des transports entre les Martigues et Marseille.

Si l'on suppose le diamètre des cylindres de ces machines D = 0.305, la surface de chauffe S = 14.40; F'' = 11.360; $\lambda = 13 + 0.4445\ V^2$, et le poids de la machine avec son tender = 16,800, on aura pour le poids total du convoi P = 66600 + 16800 = 83400.

Dans cette hypothèse l'on trouvera que la plus petite vitesse que pourra prendre la machine sera V = 5.55 et que la rampe I sur laquelle la machine pourra traîner avec cette vitesse le convoi pesant 83,400^k. sera donnée par l'équation $I = \frac{843.23}{9,3825} - 0.004 = 0,005$.

Ce résultat fait voir que de pareilles machines suffiraient pour transporter sur les rampes de 0.005 de la partie comprise entre les Martigues et Marseille le même tonnage que celui traîné sur le reste de la longueur du chemin par les machines moins fortes que l'on a considérées jusqu'ici.

moyen de 9 convois montants et 9 convois descendants, et portant, les premiers 45 tonnes chacun, et les seconds 33 tonnes.

POIDS DES TRAINS DE VOYAGEURS.

L'on a déjà dit (n° 9) que le nombre des voitures partant journellement de Lyon et de Marseille pour le transport des voyageurs sera moyennement de 6, portant ensemble 96, ou en nombre rond 100 voyageurs. Ces 6 voitures ne formeront qu'un train dont le poids se composera :

1° De celui des 100 voyageurs, à 80 kilogr. par personne, bagage compris	8^to
2° Du poids des 6 voitures, ci	16
	24
A quoi il faut ajouter le poids de la machine et du tender	13. 40
POIDS TOTAL de chaque train	37. 40

Dans le transport des voyageurs, l'on n'emploie pas de machines de renfort pour monter les rampes de 0.005; en conséquence l'effort seul du tirage sur ces rampes serait exprimé par $37{,}400 \times 0.009 = 336^{m}.60$.

Or cet effort est bien au-dessous de celui que les locomotives peuvent exercer; aussi doit-on compter que, peu de mois après l'établissement du chemin de fer, chaque train de voyageurs se composera de 8 voitures, portant moyennement chacune 20 personnes, et pesant avec ces voyageurs | 32^to |

A quoi ajoutant le poids de la machine et de son tender	13. 40
Le poids total du train sera	45. 40

N° 15.

DÉTERMINATION

DE LA VITESSE MOYENNE DU TRANSPORT DES MARCHANDISES ET DES VOYAGEURS, ET DE LA DURÉE DU PARCOURS DU CHEMIN.

Pour obtenir avec exactitude cette vitesse moyenne, il faudrait calculer d'après la formule (9) la vitesse de la machine sur chacune des pentes et rampes du chemin, ainsi que le temps employé à parcourir la longueur de ces pentes et rampes. On arriverait ainsi à avoir la durée du parcours de la ligne entière; en divisant ensuite ce temps par la longueur totale du chemin, on aurait la vitesse moyenne; mais quoique ces calculs assez longs pussent être beaucoup abrégés en ne considérant que les pentes et rampes moyennes dont le résumé se trouve à la fin du tableau n° 1, j'ai pensé qu'il suffirait d'obtenir approximativement cette vitesse en la calculant d'après l'effort moyen que la machine aura à exercer dans le parcours de la ligne entière du chemin.

Or cet effort moyen peut être représenté (en faisant abstraction de la résistance de l'air) par $1{,}125\,P\left(0.004 \pm \frac{H}{Z}\right)$; en désignant par L la longueur du chemin, et par H la différence de niveau des deux extrémités de ce chemin, l'on aura donc sur le chemin de Lyon à Marseille :

Pour le transport des marchandises....
- en montant de Marseille à Lyon... $1{,}125\,P\left(0.004+\frac{161.80}{346.600}\right)=1.125\,P\times 0.00447$
- en descendant de Lyon à Marseille.. $1{,}125\,P\left(0.004-\frac{161.80}{346.600}\right)=1.125\,P\times 0.00353$

Pour le transport des voyageurs dans les deux sens moyennement..... $1.125\,P\times 0.004$

Mais jusqu'ici l'on n'a pas eu égard à la résistance due aux courbes, et qui augmente l'effort du tirage; or, en admettant que cette résistance soit en raison inverse des rayons de ces courbes, et que pour une courbe de 500 mètres de rayon, elle soit moitié de la résistance due au tirage sur un chemin de niveau ou $P\times 0.002$, on trouve que la résistance moyenne produite par les courbes du chemin de fer de Lyon à Marseille serait exprimée approximativement par $P\times 0.0009$, et comme cette augmentation de résistance n'a lieu que sur les 0.36 de la longueur du chemin, l'on ne doit compter que $P\times 0.000324$, et multiplier ensuite cette quantité par 1,125 à raison de l'augmentation de résistance qu'éprouve la machine. Il faut donc ajouter la quantité $1{,}125\,P\times 0.000324$ à chacun des efforts moyens déterminés ci-dessus, ce qui donne finalement pour les expressions de ces efforts :

Pour le transport des marchandises.....
- en montant de Marseille à Lyon..... $P\times 0.005393$
- en descendant de Lyon à Marseille..... $P\times 0.004336$

Pour le transport des voyageurs dans les deux sens, moyennement... $P\times 0.004865$

(1) cette expression de résistance due à l'effort centrifuge est exprimée par $f\frac{P}{g}\frac{V^2}{R}$; dans l'hypothèse d'une vitesse de 5 mètres, d'un rayon = 500 mètres (page 139), le coefficient de frottement étant 0,30 pour la fonte sur le fer, (navier, tome II, page 171) l'expression ci-dessus devient $0.30\,P\frac{5.65^2}{9.80\times 500.00}=P\times 0.00095$.

L'on a vu dans les calculs du numéro précédent que les convois qui montent pèseront, avec la machine et le tender, 80,000 kilogr; les convois qui descendent, 69,000 kilogr., et que les trains des voyageurs pèseront 45,400 kilogr. En substituant donc ces quantités pour P dans les expressions précédentes, on aura finalement pour les valeurs de l'effort moyen :

Pour les marchandises { convois montants..... $431^{kil}.44$
convois descendants..... 299. 18

Pour les trains de voyageurs dans les deux sens, moyennement..... 220. 87

Ce sont ces quantités qu'on substituera dans l'équation (9) pour $1.125P(0.004\pm i)$. Ces substitutions donneront pour les vitesses correspondantes aux efforts moyens :

Pour les marchandises { convois montants..... V= 8.25
convois descendants..... V=10.75

Pour les trains des voyageurs dans les deux sens, moyennement..... V=12.73

Telles seraient les vitesses moyennes des transports, si le machiniste n'était pas obligé de ralentir la marche de la machine dans les courbes, ainsi qu'à l'approche des points où il faut s'arrêter, et si les convois n'étaient pas exposés assez fréquemment aux vents violents qui règnent dans la vallée du Rhône; mais, eu égard à ces circonstances, on pense qu'il faut réduire ces vitesses d'environ $\frac{1}{6}$, ce qui les portera finalement :

Pour les marchandises { convois montants..... V= 6.90.....(16)
convois descendants..... V= 9.00.....(17)

Pour les trains de voyageurs dans les deux sens, moyennement V=10.60.....(18)

En calculant d'après ces vitesses moyennes le temps employé à parcourir le chemin de fer, on trouve que la durée du parcours sera :

		heures
Pour les marchandises.....	convois montants = ... $\frac{346.600}{6.90}$ = 50,232" ou 13	.95
	convois descendants = ... $\frac{346.600}{9.00}$ = 38,511" ou 10	.70
Pour les trains de voyageurs dans les deux sens moyennement = ...	$\frac{346.600}{10.60}$ = 32,698" ou 9	.00

N° 16.

DÉTERMINATION

DE LA QUANTITÉ DE COMBUSTIBLE QUE CONSOMMERONT LES MACHINES DANS LES TRANSPORTS.

La quantité de combustible que dépense une machine locomotive dans un temps donné est subordonnée à la quantité d'eau vaporisée dans la chaudière pendant le même temps. Or il résulte encore des expériences consignées dans l'ouvrage de M. de Pambour que la production d'un kilogramme de vapeur exige moyennement la combustion de $0^k.165$ de coke, ou qu'un kilogramme de coke produit 6 kilogrammes de vapeur. Cependant, comme ce combustible était de première qualité dans les expériences faites sur le chemin de Liverpool, et qu'on en consommerait davantage s'il était d'une qualité inférieure, je réduirai dans les calculs suivants à $5^k.50$ le poids de la vapeur que peut moyennement produire la combustion d'un kilogramme de coke.

Cette base étant établie, il faut d'abord déterminer la quantité de vapeur que dépensera la machine pour le transport des convois sur toute la longueur du chemin de fer de Lyon à Marseille.

L'on a vu dans les calculs sous le n° 14, équation (7), que la quantité de vapeur produite par seconde dans la chaudière d'une machine locomotive était exprimée assez exactement par..... $\Pi = S(0.0014V + 0.022)$

Et en substituant pour S 12.50, par..... $\Pi = 0.0175\,V + 0.275.$

Or si dans cette équation on met à la place de V les valeurs déterminées précédemment (16), (17) et (18), on trouvera que les quantités de vapeurs dépensées moyennement seront :

	PAR SECONDE.	PAR HEURE.
Pour le transport des marchandises : convoi montant.....	$0^k.39575$	$1,424^k.70$
Pour le transport des marchandises : convoi descendant.....	0 .43250	1,557 .00
Pour le transport d'un train de voyageur dans les deux sens, moyennement.....	0 .46050	1,657 .80

Si maintenant on multiplie ces quantités de vapeur par les durées respectives du parcours du chemin déterminées ci-dessus pour un convoi de marchandises et pour un train de voyageurs, on aura les résultats suivants :

	MARCHANDISES.		TRAINS de VOYAGEURS.
	CONVOIS montants.	CONVOIS descendants.	
Quantité de vapeur dépensée pour le parcours de toute la ligne	19,875k	16,660k	14,920k
A ajouter la vapeur dépensée par les machines de renfort qui doivent aider les convois à franchir les rampes de 0.005.			
La longueur de la rampe pour les convois montants est de 14,030m que l'on parcourra en 1,560" avec une vitesse qu'on modérera à 9m par seconde, à cause du passage du souterrain et avec une dépense de vapeur de 675k	1,195	"	"
La machine retournera à vide en 1,000 secondes avec une vitesse qu'on modérera à 14m par seconde et en dépensant une quantité de vapeur de 520			
La longueur de la rampe pour les convois descendants sera de 12,493m qui sera parcourue en 1041" avec une vitesse qu'on modérera à 12m par seconde et avec une dépense de vapeur de 505k	.....	969	"
La machine retournera à vide en 892" avec une vitesse qu'on modérera à 14m par seconde et avec une dépense de vapeur de 464			
	21,070	17,629	14,920
Il faut encore ajouter à ces quantités la vapeur dépensée en pure perte dans les stationnements et pendant que la machine ne produit pas de travail utile ainsi que celle produite pour la mettre en état de marcher et pour la maintenir dans cet état pendant la journée. On évaluera cette quantité de vapeur à 1/4 de celle utilisée, ci	5,270	4,407	3,730
Vapeur totale dépensée	26,340	22,036	18,650
L'on a vu que la combustion d'un kilogramme de coke produit 5k 50 de vapeur; en conséquence les poids de combustible dépensés pour produire les quantités de vapeur déterminées ci-dessus, seront	4,790	4,007	3,391

D'après ces résultats on peut établir comme il suit les calculs qui donnent la quantité de coke qui sera dépensée pour le transport à un kilomètre de distance d'une tonne de marchandises ou d'un voyageur :

Coke dépensé pour un convoi de marchandises qui monte de Marseille à Lyon 4,790k

id. pour un convoi de marchandises qui descend 4,007

TOTAL du coke dépensé tant pour un convoi montant que pour un convoi descendant 8,797

Le nombre de ces convois étant journellement de 9, la quantité de combustible dépensée chaque jour sera de 79,173k

Le tonnage des marchandises transportées par ces convois étant (d'après les calculs du n° 8) de 710 tonnes, le combustible dépensé pour le transport de la tonne de marchandise sur toute la ligne sera moyennement $= \frac{79{,}173}{710} = \ldots$ $111^{k}.51$

Et comme la longueur du chemin est de 346,600^{m}, la dépense de coke par tonne et kilomètre sera $= \frac{111.51}{346{,}60} = \ldots$ 0.32

Le coke dépensé pour un train de voyageurs est de..... 3.391^{k}

Le nombre de voyageurs de chaque train étant supposé de 160, le combustible consommé pour le transport de ces voyageurs, sur toute la ligne sera $\frac{3{,}391}{160} = \ldots$ 21.19

Et pour chaque kilomètre $= \frac{21.19}{46.60} = \ldots$ 0.061

Mais, eu égard à ce que les voitures ne sont pas toujours pleines, l'on portera la dépense du coke par voyageur et par kilomètre à..... $0^{k}.08$

D'où il suit que la dépense en combustible pour un voyageur sera le quart de celle pour une tonne de marchandises.

N° 17.

DÉTERMINATION

DES FRAIS DE CONDUITE ET D'ENTRETIEN DES MACHINES LOCOMOTIVES.

Ces dépenses se composent de la charge du coke sur le *tender*, du service des pompes à eau, de l'huile, graisse, chanvre, cuivre, bronze, fer, bois et matériaux quelconques pour réparations des machines; des mains-d'œuvre pour ces réparations et des gages du machiniste et du chauffeur.

Pour déterminer ces dépenses d'une manière approximative, j'ai eu recours aux comptes semestriels du chemin de Liverpool à Manchester, dans lesquels on a distingué les frais d'entretien et de conduite des machines, en me bornant à ceux du second semestre de 1833, et du premier semestre de 1834.

Comme l'on ne trouve pas dans ces comptes une indication assez précise des distances parcourues sur le chemin par les marchandises qui y arrivent de divers points, on a dû, pour déterminer approximativement le tonnage moyen transporté sur toute la ligne, faire l'hypothèse qui a paru s'éloigner le moins de la vérité; en conséquence on a supposé que les marchandises qui sont désignées comme n'ayant parcouru qu'une partie du chemin et celles transportées entre Liverpool ou Manchester et Bolton, ainsi que les houilles venant de divers points de la route à Liverpool ou à Manchester, on a supposé, dis-je, que ces marchandises n'avaient parcouru que les $\frac{2}{3}$ de la longueur du chemin.

En admettant cette hypothèse, voici les résultats des comptes des deux semestres susdésignés :

INDICATION DES ANNÉES ET SEMESTRES.	NOMBRE DES VOYAGES		TONNAGE des MARCHANDISES transportées.	NOMBRE des VOYAGEURS transportés.	MONTANT DES FRAIS de conduite et d'entretien des machines.
	en marchandises.	en voyageurs.			
			tonnes.		
2e semestre de 1833.....	2,187	3,253	98,757	215,071	271,444f
1er semestre de 1834.....	2,449	3,327	103,465	200,676	303,992
TOTAUX.....	5,086	6,570	202,222	415,747	575,436

Ce tableau fait bien connaître la dépense totale annuelle d'entretien et de conduite des machines employées aux transports; mais, comme l'on n'y a pas distingué la partie de cette dépense relative aux marchandises de celle qui concerne les voyageurs, il faut encore ici faire une nouvelle hypothèse pour parvenir à cette division. En conséquence,

j'admettrai que les dépenses sont proportionnelles au nombre de voyages faits, car si d'un côté les voyages en marchandises doivent fatiguer davantage les machines à raison d'une plus grande charge à traîner, de l'autre la vitesse dans les transports de voyageurs étant plus grande, il doit en résulter plus de fatigue pour les machines dans ces derniers transports, de manière que l'on peut admettre une compensation entre ces deux causes d'entretien des machines.

En adoptant donc cette division, l'on trouve que le nombre de voyages en marchandises et en voyageurs étant dans le rapport de 44 à 56, les dépenses sont :

Pour le transport des marchandises.....	253,191^{f} 86^{c}
Pour celui des voyageurs.....	322,244 16
TOTAL comme ci-dessus.....	575,436 00

Le tonnage brut transporté se divise comme il suit :

POUR LES CONVOIS DE MARCHANDISES.

Poids des marchandises, comme dans le tableau précédent.....		202,222 tonnes
Poids des wagons, y compris celui de ces voitures qui retournent à vide (attendu que le tonnage dans un sens n'est que la moitié de celui dans l'autre sens), ci.....		134,815
Poids des machines locomotives avec leurs tenders.....		68,661
TOTAL du poids brut des convois de marchandises.....		405,698

POUR LES TRAINS DE VOYAGEURS.

Poids des 415,747 voyageurs à 0to,08 chaque, bagage compris.....	33,260 ^{to}	
Poids des voitures.....	118,260	
Poids des machines avec leurs tenders.....	88,695	
TOTAL du poids brut des trains de voyageurs.....	240,215 ^{to}	240,215
TOTAL général du poids brut des convois de marchandises et des trains de voyageurs.....		645,913 ^{to}

Si maintenant l'on compare les dépenses d'entretien et de conduite des machines au tonnage brut transporté, et si l'on observe que la longueur du chemin de Liverpool à Manchester est d'environ 47 kilomètres, on trouve les résultats suivants pour les dépenses d'entretien et de conduite des machines locomotives.

	PRIX PAR TONNE BRUTE	
	pour la ligne entière.	pour un kilomètre.
Pour les convois de marchandises	0.6241	0.01328
Pour les trains de voyageurs	1.3415	0.02854
Pour les convois de marchandises et les trains de voyageurs, moyennement	0.89	0.019

APPLICATION DE CES PRIX AU CHEMIN DE FER DE LYON A MARSEILLE.

C'est d'après ces prix que j'ai établi, comme il suit, ceux des frais de conduite et d'entretien des machines qui feront le service du chemin de fer de Lyon à Marseille.

FRAIS POUR LE TRANSPORT DES MARCHANDISES.

Poids des marchandises transportées journellement	710 to
Poids des 237 wagons portant ces marchandises et des 37 wagons vides	411
Poids des machines locomotives = 18 × 13.4	241.20
TOTAL du poids brut transporté journellement	1,362.20

L'on vient de voir qu'on peut évaluer à 0 f.01328 les frais d'entretien et de conduite des machines par kilomètre pour une tonne brute d'un convoi de marchandises; en conséquence, cette dépense, par tonne de marchandises et par kilomètre, sera, pour le chemin de Lyon à Marseille $\frac{0.01328 \times 1362.20}{710}$ 0f.02548

FRAIS POUR LE TRANSPORT DES VOYAGEURS.

Poids des 160 voyageurs d'un train qu'on réduira à 100, eu égard à ce que les voitures ne sont pas toujours pleines	8 to
Poids des voitures d'un train	20
Poids de la machine	13.40
TOTAL du poids brut d'un train de voyageurs	41.40

Or, l'on a vu que l'on peut évaluer à 0.02854 les frais d'entretien et de conduite des machines par kilomètre, pour une tonne brute d'un train de voyageur; en conséquence, cette dépense par voyageur et kilomètre sera pour le chemin dont il s'agit $\frac{0.02854 \times 41.40}{100}$ 0.01184

N° 18.

DÉTERMINATION

DU *MINIMUM* À ADOPTER POUR LES PLUS FORTES RAMPES D'UN CHEMIN DE FER DONT LE TRACÉ EST FIXÉ, MAIS DONT LES PENTES PEUVENT VARIER, EN METTANT EN BALANCE, D'UN CÔTÉ LA DÉPENSE DE CONSTRUCTION DU CHEMIN, ET DE L'AUTRE CELLE DU MATÉRIEL NÉCESSAIRE À SON EXPLOITATION, AINSI QUE LES FRAIS DE TRACTION.

Les plus fortes pentes adoptées dans le tracé du chemin de fer de Lyon à Marseille sont de $0^{m}.003$ par mètre, mais on se demande s'il n'y aurait pas eu de l'avantage à fixer à un taux moindre, à $0^{m}.0025$, par exemple, le maximum des pentes de ce chemin, car si d'un côté il devait en résulter une plus grande dépense pour la construction du chemin, de l'autre cette augmentation pouvait être compensée par la diminution dans la dépense du matériel nécessaire à l'exploitation du chemin et dans les frais de traction, puisque la pente *maxima* étant moindre, les machines traîneraient plus de marchandises, et conséquemment il en faudrait un nombre moindre pour faire le même service : il existe donc entre la dépense de construction d'un chemin de fer, celle de l'établissement du matériel pour le desservir et les frais de traction, une relation qui doit conduire à la détermination du *minimum* à adopter pour les plus fortes rampes de ce chemin. Je vais établir cette relation en supposant d'ailleurs que les directions du tracé du chemin sont arrêtées, et que les pentes seules peuvent varier, de manière à avoir p ou p' pour le taux des plus fortes rampes :

Soient représentés :	LE TAUX des plus fortes rampes étant	
	p	p'
La dépense de construction du chemin, par	D	D'
La dépense du matériel pour l'exploitation du chemin, par	M	M'
Les frais annuels de traction, par	T	T'
Les frais annuels d'entretien du chemin et du matériel, par	E	E'
Le produit annuel du péage, par	P	
L'intérêt des capitaux employés à la confection du chemin et à l'établissement du matériel, par	i	

Le produit annuel du péage devant servir l'intérêt des capitaux dépensés et couvrir les frais annuels de traction et ceux d'entretien du chemin et du matériel, l'on aura, dans

l'hypothèse où le taux des plus fortes rampes du chemin est p :

$$P = (D + M)\,i + T + E.$$

Et dans l'hypothèse où le taux maximum est p' :

$$P = (D' + M')\,i + T' + E'.$$

Or si l'on veut que dans ces deux systèmes de pente, le tonnage à transporter et le tarif restant les mêmes, le péage donne aussi le même produit, il faut qu'on ait :

$$(D + M)\,i + T + E = (D' + M')\,i + T' + E',$$
$$\text{Ou } i(D' - D) = (M - M')\,i + T - T' + E - E',$$
$$\text{Ou } D' - D = M - M' + \frac{T - T' + E - E'}{i} \qquad (a)$$

Cette dernière équation fait connaître que, si, dans le tracé d'un chemin de fer, on veut réduire le taux p des plus fortes rampes, à celui p', en s'imposant la condition de ne pas augmenter le péage, il faut que l'augmentation de dépenses qui en résultera dans la construction du chemin n'excède pas la diminution que cette réduction de pentes apportera dans la dépense du matériel ainsi que dans les frais annuels de traction et d'entretien du chemin et du matériel capitalisés. On peut donc, en calculant ces différentes dépenses dans les diverses hypothèses que l'on peut faire sur le taux des plus fortes rampes d'un chemin, et en comparant ces dépenses entre elles d'après l'équation (a), parvenir à connaître le minimum à adopter pour ces plus fortes rampes.

Je ferai remarquer que le tonnage à transporter et la longueur du chemin ne variant pas dans le cas que je me suis borné à considérer ici, les frais d'entretien du chemin et du matériel restent à peu près les mêmes, quel que soit le taux des plus fortes rampes; de manière que $E = E'$, ce qui réduit l'équation (a) à celle-ci :

$$D' - D = M - M' + \frac{T - T'}{i} \qquad (b)$$

APPLICATION DE CETTE FORMULE AU CHEMIN DE FER DE LYON À MARSEILLE.

L'on a vu que les plus fortes rampes de ce chemin sont de $0^m.003$, et le tableau n° 1 fait connaître que la longueur totale de ces rampes est de..... 20,168^m 00^c

L'on y trouve encore une pente de $0^m.0028$ sur une longueur de... 813 00

De manière que le développement total des parties du chemin dont les pentes excèdent $0^m.0025$, est de[1]..... 20,981 00

[1] L'on ne fait pas ici mention des rampes de $0^m.005$ aboutissant au souterrain de la Nerthe, parce que, comme on l'a déjà dit, ces rampes seront desservies par des machines de renfort, et qu'alors l'effort que fait chaque machine est le même que celui qu'elle exercerait en traînant le convoi de 80 tonnes sur une rampe de $0^m.00125$.

Les travaux à faire pour réduire ces pentes à celle de $0^{m}.0025$ ne consisteraient généralement que dans une augmentation de terrassements et d'escarpements de rocs en quelques points. Dans tous les cas, si l'on calcule la diminution de la dépense du matériel et des frais de traction qui résultera de cette réduction de pente, l'on parviendra, au moyen de l'équation (b), à fixer la limite de l'augmentation de dépenses que ne devront pas excéder les travaux à faire pour opérer cette réduction.

Or, je remarque d'abord que le nombre des wagons et des voitures nécessaires pour effectuer les transports ne changera pas par suite de la réduction des pentes de $0^{m}.003$ à $0^{m}.0025$, réduction qui n'influera pas non plus d'une manière sensible sur les frais de transport de voyageurs. Ce n'est donc que sur le nombre des machines nécessaires pour le service du transport des marchandises et sur les frais de traction qu'exigera ce service, que la réduction des pentes aura de l'influence. En conséquence je me suis rendu compte, d'après les bases établies dans les notes précédentes, des diverses circonstances et dépenses que produirait la réduction du taux maximum des rampes à $0^{m}.0025$, dans le service du transport des marchandises. Voici les résultats auxquels je suis parvenu :

	CONVOIS montants.	CONVOIS descendants.
Poids brut de chaque convoi, y compris celui de la machine avec son tender..	86to	72to
Poids des marchandises de chaque convoi.....	49	35
Vitesse par seconde de la machine	$6^{m}50$	$8^{m}75$
Durée du parcours du chemin.....	$14^{h}81$	$11^{h}00$
Quantité de vapeur dépensée pour le parcours du chemin.....	$27{,}402^{k}00$	$22{,}404^{k}00$
Poids du coke dépensé pour le voyage.....	4,982 00	4,074 00

L'on a ensuite trouvé que le nombre des machines nécessaires pour le service du transport des marchandises, en y comprenant celles de renfort pour aider à gravir les rampes de $0^{m}.005$, doivent être de..... 66

Avec ces résultats on établit comme il suit la diminution de dépense du matériel et des frais de traction résultant de la réduction des pentes de $0^{m}.003$ à $0^{m}.0025$.

On a vu dans les calculs, sous le n° 10, que le nombre des machines nécessaires pour le service du transport des marchandises, les plus fortes rampes du chemin étant de $0^{m}.003$, était de..... 73

Les plus fortes rampes étant réduites à $0^{m}.0025$, on a trouvé que le nombre des machines ne serait que de..... 66

La diminution sur le nombre de ces machines sera donc de..... 7

Lesquelles, à 25,000 francs l'une, produisent une diminution de dépenses de..... $175{,}000^{f}.\ 00^{c}$

On a trouvé que le coke dépensé pour le parcours du chemin en réduisant le maximum des pentes à $0^{m}.0025$, serait :

Pour un convoi montant, de ..... $4{,}982^{k}$

Pour un convoi descendant, de 4,074

TOTAL 9,056

Le poids des marchandises transportées par un convoi montant et par un convoi descendant, étant de 84 tonnes, le poids du coke dépensé par tonne et kilomètre $= \frac{9{,}056}{84 \times 347} =$ ..... $0^{k}.31$

L'on a vu (n° 16) que ce poids, en supposant les plus fortes pentes du chemin de $0^{m}.003$, serait de 0. 32

La diminution du combustible, par tonne et kilomètre, serait donc de 0. 01

Et conséquemment, pour les 213,140 tonnes parcourant la ligne entière du chemin, de $0.01 \times 213.140 \times 347 =$ ..... 740 tonnes;

Lesquelles, à 31 francs la tonne, produisent une diminution de ..... 22,940^{f} 00^{c}

En réduisant le maximum des rampes du chemin à 0.0025, on a trouvé que le poids brut d'un convoi montant et d'un convoi descendant, serait de ..... 158 tonnes.

L'on a vu (n° 17) que les frais de conduite et d'entretien des machines revenaient, par tonne brute et kilomètre, à $0^{f}.01328$. En conséquence ces frais reviendront, par tonne de marchandises et par kilomètre, à ..... $\frac{0.01328 \times 158}{84}$

Ou à 0.024979

Les plus fortes pentes du chemin étant de 0.003, on a vu (n° 17) que ces frais reviendraient à 0.025480

La diminution de dépense par tonne de marchandises et kilomètre sera donc de 0.000501

Et pour les 213,140 tonnes parcourant la ligne entière du chemin, de $0.000501 \times 213{,}140 \times 347 =$ 37,053 75

Diminution totale des frais annuels de traction 59,993 75

Ainsi, en résumé, la réduction des plus fortes rampes du chemin de fer de Lyon

à Marseille, à $0^{m}.0025$, produirait, dans la dépense du matériel, une diminution de ..... $175,000^{f}\ 00^{c} = M - M'$

Et dans les frais annuels de traction, celle de ..... $59,993\ 75 = T - T'$

En substituant ces quantités dans l'équation (b), on trouvera pour la limite de l'augmentation de dépense D'—D que ne doivent pas dépasser les travaux à faire pour opérer la réduction des rampes de $0^{m}.003$ et $0^{m}.0028$, à celle de $0.^{m}0025$:

$$D' - D = 175,000 + \frac{59,993.75}{i}$$

Mais les produits nets du chemin devant rapporter, d'après les calculs du chapitre V du mémoire, un intérêt de 8 p. 0/0, on aura finalement :

$$D' - D = 175,000 + \frac{59,993.75}{0.08} = 175,000 + 749,922 = 924,922^{f}$$

Ainsi les travaux à exécuter pour réduire à 0,0025 les rampes qui dépassent cette inclinaison ne devraient pas s'élever à plus de 924,922 fr. Si la dépense est moindre, il y aura de l'avantage à opérer cette réduction.

L'augmentation de dépense de 924,922 fr. à laquelle l'on vient d'arriver doit se répartir sur la longueur qu'auront les rampes réduites à l'inclinaison de $0^{m}.0025$; or la longueur totale des rampes de $0^{m}.003$ est de 20,168 mètres, qui, après la réduction à $0^{m}.0025$, sera de ..... $24,201^{m}.60$

La longueur de la rampe de $0^{m}.0028$, qui est de 813, deviendra, après sa réduction à $0^{m}.0025$ 910. 56

Longueur totale de la partie du chemin sur laquelle doit être répartie la dépense de 924,922 fr. ci 25,112.16

En faisant donc cette répartition, on trouve que l'augmentation de dépense par mètre courant ne devrait pas excéder moyennement ..... $36^{f}\ 83^{c}$

Or, en examinant les parties du chemin de fer où sont placées les rampes de 0.003 et $0^{m}.0028$, tout porte à croire que les dépenses à faire pour opérer la reduction de ces rampes ne dépasseraient pas et n'atteindraient probablement pas cette somme, et conséquemment qu'il y aurait de l'avantage à réduire à $0^{m}.0025$ les plus fortes rampes du chemin de fer de Lyon à Marseille.

N° 19.

ESTIMATION SOMMAIRE

DES DÉPENSES D'ÉTABLISSEMENT DU CHEMIN DE FER DE LYON À MARSEILLE, EN LE SUPPOSANT PLACÉ SUR LA RIVE DROITE DU RHÔNE.

Ire PARTIE.

DEPUIS LA PRESQU'ÎLE PERRACHE JUSQU'AU CANAL DE GIVORS, SUR 19,500 MÈTRES DE LONGUEUR.

Cette partie du chemin, soit qu'on emprunte le tracé de la rive gauche, soit qu'on s'établisse sur la rive droite en s'accolant au chemin de fer de Saint-Étienne, reviendra par mètre à 180 fr. au moins et pour les 19,500 mètres, ci.....			3,510,000f 00c

IIe PARTIE.

DEPUIS LE CANAL DE GIVORS JUSQU'À BEAUCAIRE, SUR 233,818 MÈTRES DE LONGUEUR.

Indemnités de terrains.

Les 233,818 mètres courants, à 10 fr. le mètre, moyennement, ci.....		2,338,180f 00c	
Terrassements et escarpements de rocs.			
DU CANAL DE GIVORS À LA LIMITE SUPÉRIEURE DU DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE.			
364,136mc.30 déblais en terre, à 0.37.....	134,730f 43c		
51,308.19 déblais empruntés, à 0.60.....	30,784 91		
169,683.95 déblais en roc, à 2f 32.....	393,666 76		
642,600m pour régalement et transport, à 1,200m, à 0.64.	411,264 00		
DE LA LIMITE SUPÉRIEURE DU DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE À ROQUEMAURE.			
2,154,649.mc05 terrassements transportés à 1,1.00m à 0.98.	2,111,556 07		
161,930m déblais en roc, à 3f. 26, transport compris.....	527,891 80		
DE ROQUEMAURE A BEAUCAIRE.			
543,716m.05 déblais en terre, à 0.37...?.....	201,174 94		
654,698.48 déblais empruntés, à 0.60.....	392,819 09		
87,773.30 déblais en roc, à 2f 32.....	203,634 06		
1,342,484.05 pour régalement et transport à 1,200m, à 0.64.....	859,189 79		
TOTAL.....	5,266,711 85	5,266,711 85	
		7,604,891 85	
1/10 pour gares.....		760,489 18	
A REPORTER.....		8,365,381 03	3,510,000 00

		Report.....	8,365,381f03c	3,510,000f 00c
Souterrains.				
Souterrain de Givors.....	230m, à 300f	69,000f 00c		
——— de Rochemolle.....	130 à 200	26,000 00		
——— de Saint-Pierre-de-Bœuf.....	730 à 300	219,000 00		
——— de Tournon.....	685 à 500	242,500 00		
——— de Saint-Georges.....	220 à 300	66,000 00		
——— de Saint-Étienne-de-Sorts....	285 à 300	85,500 00		
——— de Roquemaure.....	284 à 300	85,200 00		
——— de Villeneuve.....	345 à 300	103,500 00		
——— de Vallabreques.....	400 à 300	120,000 00		
Totaux.....	3,309.....	1,116,700 00	1,116,700 00	
Voie en fer.				
233,818 mètres courants, à	66 80.....	15,619,042 40	17,180,946 64	
1/10 pour gares.....		1,561,904 24		
Ponts-aqueducs.				
DU CANAL DE GIVORS À LA LIMITE SUPÉRIEURE DU DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE.				
Pont sur le canal de Givors.....		10,000 00		
—— sur le Gier.....		100,000 00		
—— sur la gare de Givors.....		20,000 00		
5 ponts de 8m d'ouverture.... à 12,000f.....		60,000 00		
9 ponts de 6m ..... à 9,000		81,000 00		
15 ponts de 4m..... à 6,000		90,000 00		
20 ponts de 1 à 2m..... à 1,500 moyennement.		30,000 00		
DE LA LIMITE SUPÉRIEURE DU DÉPARTEMENT DE L'ARDÈCHE À ROQUEMAURE.				
15 ponts de plusieurs arches, évalués.....		3,170,000 00		
126 ponts d'une arche, de 8m à 1m d'ouverture, évalués...		704,000 00		
DE ROQUEMAURE À BEAUCAIRE.				
Pont sur le Gardon.....		250,000 00		
Ponts sur le Rhône, à Beaucaire, et levées aux abords....		1,200,000 00		
10 ponts de 4m d'ouverture, à 4,000f.....		40,000 00		
40 ponceaux de 1 à 2m d'ouverture, à 1,500.....		60,000 00		
Total.....		5,815,000 00	5,815,000 00	
		A reporter.....	32,478,027 67	3,815,000 00

Report.....		32,478,027f67c	3,510,000f00c
Ponts de communication ou viadues.			
Ces ponts sont évalués comme il suit :			
Pour la partie comprise entre le canal de Givors et la limite supérieure du département de l'Ardèche et pour celle depuis Roquemaure jusqu'à Beaucaire.....	123,203f 00c		
Pour la partie comprise entre la limite supérieure du département de l'Ardèche et Roquemaure.....	420,000 00		
Total.....	543,203 00	543,203 00	
Murs de soutenement, perrés et enrochements.			
30,000m cubes de maçonnerie pour les murs, à 9f.....	270,000 00		
178,879m carrés de perrés, à 3f.....	536,637 00		
141,820m cubes d'enrochements, à 4f.....	567,520 00		
Total.....	1,374,157 00	1,374,157 00	
Dépenses diverses.			
Traversées et déplacements de route évalués.....	467,636 00		
58 maisons de cantonnier, à 2,000f.....	116,000 00		
15 bureaux de perception, à 4,000f.....	60,000 00		
9 châteaux d'eau avec les pompes, à 8,000f.....	72,000 00		
189,000m de clôture, à 2f.....	378,000 00		
Total.....	1,093,636 00	1,093,636 00	
		35,489,023 67	
Somme à valoir, 1/10.....		3,548,902 37	
		39,037,926 04	
Frais de conduite et d'administration des travaux, 1/50...		780,758 96	
Total de la dépense pour la 2e partie.....		39,818,685 00	39,818,685 00
IIIe PARTIE.			
DE BEAUCAIRE A MARSEILLE, SUR 99,68 MÈTRES DE LONGUEUR.			
La dépense de cette partie se compose :			
1° De celle de 2,522m depuis la plaine de Beaucaire jusqu'à la jonction à Tarascon avec le tracé de la rive gauche, lesquels, à 90f le mètre courant, valent.....		226,980 00	
2° De celle de 97,145m depuis Tarascon jusqu'à Marseille, laquelle s'élève, depuis la Durance jusqu'à Marseille (voir les estimations du n° 20), à la somme de.....	17,041,394f00c		
Dont à déduire pour la partie depuis la Durance jusqu'à Tarascon sur 17,260m, lesquels, à 90f le mètre, valent..	1,553,400 00		
Reste.....	15,487,994 00	15,487,994 00	
Total de la dépense pour la 3e partie.....		15,714,974 00	15,714,974 00
Total général de la dépense.....			59,043,659 00

COMPARAISON DES TRACÉS SUR LA RIVE DROITE ET SUR LA RIVE GAUCHE DU RHÔNE, TANT SOUS LE RAPPORT DE LEUR LONGUEUR QUE SOUS CELUI DE LA DÉPENSE DE LEUR EXÉCUTION.

	LONGUEURS.	DÉPENSES.
Tracé sur la rive droite	352,985m.00	59,043,659f00c
Tracé sur la rive gauche (en comprenant la dépense de l'embranchement de Tarascon)	346,600 .00	50,926,105 00
Différences	6,385 .00	8,117,554 00
A ajouter, les intérêts cumulés à 2 p. 0/0 par semestre des versements successifs qui seront faits pendant la durée de l'exécution des travaux pour faire face à cette augmentation de dépenses, et qui produisent au bout de six ans la somme de		1,138,486 94
TOTAL de l'excédant de la dépense pour l'établissement du chemin de fer sur la rive droite		9,256,040 94

N° 20.

ESTIMATION

DE LA PARTIE DU CHEMIN DE FER DE LYON À MARSEILLE, COMPRISE ENTRE LA DURANCE ET MARSEILLE, EN SUPPOSANT QU'ON PASSE PAR AIX, FUVEAU ET LA VALLÉE DE L'HEUVAUNE.

Indemnités de terrains.			
132,423m courants à 12f le mètre			1,589,196f00c
Terrassements et escarpements de rocs.			
1,541,450m.08 déblais en terre, à 0f.37		570,336f 53c	
314,177m.81 déblais empruntés, à 0f.60		188,506 86	
465,599m.87 déblais à transporter sur les terres voisines, à 0f.33		153,647 96	
129,386m.12 déblais en roc dur, à 3f. 00		388,158 36	
258,772m.25 déblais en roc moyennement dur, à 2f. 32		600,351 62	
129,386m.12 déblais en roc tendre, à 1f 50		194,079 19	
2,437,644m. 43 pour régalement et transport, à 1f, 500m, à 0f. 77		1,875,986 21	
Terrassements et escarpements pour la partie comprise entre le ruisseau du Jarret et l'Anse des Catalans sur 4,260m, à 15f le mètre		63,900 00	
TOTAL		4,035,966 73	4,035,966 79
			5,625,162 73
1/10 pour gares			562,516 27
			6,187,679 00
Souterrains.			
1er et 2e souterrains ayant ensemble	1,290m, à 300f	387,000 00	
3e	140, à 200	28,000 00	
Souterrain de Fuveau	5,348, à 500	2,674,000 00	
5e souterrain	110, à 200	22,000 00	
Souterrain de Notre-Dame-de-la-Garde	600, à 300	198,000 00	
TOTAUX	7,548	3,309,000 00	3,309,000 00
Voie en fer.			
132,433 mètres courants, à 66f. 80		8,846,524 40	9,731,176 84
1/10 pour gares		884,652 44	
A REPORTER			19,227,855 84

Report		19,227,855f 84c
Ponts et ponceaux.		
Pont de 20m d'ouverture sur l'arc, évalué	60,000f 00c	
13 ponts de 10m à 18,000f	234,000 00	
6 —— de 8m à 12,000	72,000 00	
8 —— de 6m à 9,000	72,000 00	
36 —— de 3 à 6m à 6,000	216,000 00	
150 —— de 1 à 3m à 2,000	300,000 00	
Total	954,000 00	954,000 00
Ponts de communication, murs de soutenement, perrés et enrochements.		
Les ponts de communication ou viaducs sont évalués par analogie, à		180,000 00
Les murs de soutenement, perrés et enrochements sont évalués, à		400,000 00
Dépenses diverses.		
Traversées et déplacements de routes	195,000 00	
33 maisons de cantonniers, à 2,000f	66,000 00	
8 bureaux de perception, à 4,000f	32,000 00	
4 châteaux d'eau avec leurs pompes, à 8,000f	32,000 00	
106,000 mètres courants de clôture, à 2f	212,000 00	
Total	537,000 00	537,000 00
		21,298,855 84
Somme à valoir 1/10		2,129,885 52
Frais de conduite et d'administration des travaux pendant leur durée, 1/50		468,574 58
		23,897,316 00
Embranchement sur Tarascon.		
17,400m à 90f le mètre		1,566,000 00
Total de la dépense		25,463,316 00

RÉSUMÉ DES DÉPENSES DE LA MÊME PARTIE DE CHEMIN, EN PASSANT PAR ARLES ET LES MARTIGUES, EXTRAIT DE L'ESTIMATION GÉNÉRALE.

Indemnités de terrains	929,954f 43c
Terrassements et escarpements de rocs	1,917,365 58
Souterrains	2,079,800 00
A reporter	4,927,120 01

Report.....	4,927,120f01c
Voie en fer.....	8,442,522 54
Ponts, ponceaux et siphons.....	1,193,500 00
Viaducs.....	65,000 00
Murs de soutenement et perrés.....	324,865 59
Relèvement et rétablissement du pont-levis sur le canal de la gare du Plan d'Aren.....	15,000 00
Déplacements et traversées de routes.....	14,400 00
29 maisons de cantonniers, à 2,000f.....	58,000 00
6 bureaux de perception, à 4,000f.....	24,000 00
3 châteaux d'eau avec les pompes, à 8,000f.....	24,000 00
50,000 mètres courants de clôture, à 2f.....	100,000 00
	15,188,408 14
Somme à valoir 1/10.....	1,518,840 81
	16,707,248 95
Frais de conduite et d'administration des travaux pendant leur durée, 1/50.....	334,145 05
	17,041,394 00
Embranchement sur Tarascon.	
2,310 mètres courants, à 90f.....	207,900 00
Total de la dépense.....	17,249,294 00

COMPARAISON DES LONGUEURS ET DES DÉPENSES D'EXÉCUTION DES DEUX TRACÉS ENTRE LA DURANCE ET MARSEILLE, DONT L'UN PASSANT PAR AIX ET PUVEAU, ET L'AUTRE PAR ARLES ET LES MARTIGUES.

	LONGUEURS		DÉPENSES.
	du chemin.	des souterrains.	
Tracé passant par Aix et Puveau, y compris l'embranchement sur Tarascon.....	149,833m.00	7,548m.00	25,463,316f00c
Tracé passant par Arles et les Martigues, y compris l'embranchement sur Tarascon.....	116,715 .50	4,556 .00	17,249,294 00
Différences.....	33,117 .50	2,992 .00	8,214,022 00
A ajouter les intérêts cumulés à 2 p. 0/0 par semestre de versements successifs qui seront faits pendant l'exécution des travaux, pour faire face à cette augmentation de dépenses, et qui produisent au bout de six ans la somme de.....			1,152,017 00
Total de l'excédant de la dépense pour l'établissement du chemin de fer, en passant par Aix.....			9,366,039 00

N° 21.

CALCULS

RELATIFS À LA RECHERCHE DE L'AUGMENTATION QUE SUBIRAIENT LES PRIX DE TRANSPORT DANS L'HYPOTHÈSE OÙ LE CHEMIN DE FER ÉTANT DIRIGÉ PAR AIX ET FUVEAU, LE MOUVEMENT COMMERCIAL ENTRE AIX ET MARSEILLE PRODUIRAIT UNE AUGMENTATION ANNUELLE DE TRANSPORT DE 30,000 TONNES DE MARCHANDISES ET DE 36,500 VOYAGEURS.

Avant de se livrer à cette recherche, il convient d'analyser les divers éléments d'augmentation de dépenses résultant du tracé par Aix, et que devront couvrir les produits du péage.

Ces éléments sont :

1° L'excédant de la dépense pour l'établissement du chemin de fer;

2° L'augmentation du matériel résultant, d'une part, de l'excédant des transports à effectuer entre Aix et Marseille, et de l'autre, de la plus grande longueur à parcourir par les convois transportés entre Lyon et Marseille;

3° L'augmentation de la dépense annuelle d'entretien et d'administration du chemin, à raison de sa plus grande longueur;

4° L'augmentation des frais annuels d'entretien du matériel, tant à raison des nouveaux transports entre Aix et Marseille, qu'à cause du plus grand parcours qu'auront à faire les convois transportés entre Lyon et Marseille;

5° Enfin l'accroissement des frais annuels de traction résultant, d'une part, des nouveaux transports à faire entre Aix et Marseille, et de l'autre, d'une plus grande longueur à parcourir, et d'une plus grande hauteur à franchir par les convois à transporter entre Lyon et Marseille.

Tels sont les éléments que l'on doit calculer; mais il faut d'abord apprécier, du moins approximativement, le parcours équivalent à l'excédant de hauteur à franchir en passant par Aix. Or, si l'on représente cet excédant de hauteur par $H - H'$, on trouve qu'on peut substituer à cette hauteur à franchir une longueur de chemin de niveau à parcourir, exprimée par $\frac{H-H'}{0.004}$, le coefficient du frottement sur un chemin horizontal étant 0.004. Ainsi, pour tenir compte de l'excédant de hauteur dont il faut s'élever en passant par Aix, on ajoutera au développement du chemin la longueur exprimée par

$\frac{H-H'}{0.004}$. Il reste à déterminer cette longueur pour les divers transports. Or, si l'on consulte et si l'on compare les profils en long des directions par Aix et par Arles, on trouve les résultats suivants :

	VALEURS de H-H'	MOYENNES.	LONGUEURS correspondantes au valeurs moyennes de $\frac{H-H'}{0.004}$
Pour les convois transportés de Lyon à Marseille.....	176.23	172.43	43,108m.00
Pour ceux transportés de Marseille à Lyon.....	168.64		
Pour les trains de voyageurs transportés d'Aix à Marseille seulement.....	29,36	99.00	24,750 .00
Pour ceux transportés de Marseille à Aix.....	168.64		

Ainsi, pour avoir égard à l'augmentation des dépenses en machines, et des frais annuels de traction résultant des montées inutiles, ou de l'excédant de hauteur à gravir en passant par Aix, il faudra dans les calculs de ces dépenses ajouter, pour les convois transportés entre Lyon et Marseille, à l'augmentation de développement du chemin que l'on a trouvée ci-dessus, de..... 18,028m

Celle correspondante à l'excédant de hauteur à franchir, qui est de..... 43,108

TOTAL..... 61,136

Et pour les voyageurs transportés entre Aix et Marseille, à la longueur du chemin de fer entre ces deux villes, qui est de..... 50,000

Celle correspondante à l'excédant de hauteur à franchir, qui est d'environ.. 24,000

TOTAL..... 74,000

Quant aux marchandises qui seront transportées entre Aix et Marseille, comme elles se composeront en grande partie des lignites du bassin houiller de Fuveau, qui n'auront qu'à descendre, soit du côté d'Aix, soit du côté de Marseille, et qui n'auront moyennement à parcourir sur le chemin de fer qu'une longueur de 30,0000, on n'ajoutera rien à cette longueur, bien que les wagons vides soient obligés de monter les fortes pentes aux abords de Fuveau, parce qu'à la descente le transport de ces lignites sera favorisé par ces pentes.

Ces bases une fois posées, on peut établir comme il suit les divers éléments d'augmentation de dépenses que l'on a analysés plus haut :

ÉTABLISSEMENT DU CHEMIN.			
L'on a vu, par les évaluations, sous le n° 20, que l'établissement du chemin de fer, passant par Aix, conduirait à une augmentation de dépenses de.....			9,366,039f 00c
ÉTABLISSEMENT DU MATÉRIEL.			
Pour le transport des 30,000 tonnes de marchandises entre Aix et Marseille, il faudra une augmentation de 40 wagons, lesquels à 800f, valent.....		32,000f 00c	
Pour le transport des 36,500 voyageurs entre Aix et Marseille, il faut une augmentation de 6 voitures dont..... 3 de 1re classe, à 5,000f.....		15,000 00	
3 de 2e classe, à 3,000f.....		9,000 00	
L'augmentation du nombre des machines locomotives se composera :			
1° De celles nécessaires pour le service des transports entre Aix et Marseille, et que l'on peut évaluer à.....	5		
2° De celles que nécessiteront les transports entre Lyon et Marseille, à raison d'une plus grande longueur de chemin à parcourir et de l'excédant de hauteur à franchir et qui seront déterminées, pour les marchandises, par la quantité $\frac{(18+43)20}{100} = \frac{61\times20}{100} = \ldots$	12		
Et pour les voyageurs, par $\frac{61\times2}{100} = \ldots$	1		
Augmentation totale du nombre des machines.....	18		
Les 18 machines avec leur tender, à 25,000f l'une.....		450,000 00	
TOTAL de l'augmentation pour le matériel.....		506,000 00	506,000 00
Augmentation totale du capital pour l'établissement du chemin et celui du matériel.....			9,872,039 00
ENTRETIEN DU CHEMIN.			
L'augmentation des frais annuels d'entretien et d'administration du chemin, à raison de la plus grande longueur qui est de 18,027m 50, évalués à 6f par mètre courant, produit la somme de.....		108,165 00	
ENTRETIEN DU MATÉRIEL.			
Entretien, réparations et renouvellement des 40 wagons, employés au transport des marchandises entre Aix et Marseille, évalués à 1/3 du capital d'acquisition.....	10,666f 67c		
Entretien et réparations des voitures employées aux transports entre Aix et Marseille, évalués à 1/6 du capital d'acquisition.....	4,000 00		
A REPORTER.....	14,666 67	108,165 00	9,872,039 00

Report.....	14,666f 67c	108,165f 00c	9,872,039 00
Graissage des wagons employés aux transports entre Aix et Marseille = $\frac{30,000 \times 30}{3}$ × 0.0025 = ...	750 00		
Graissage des voitures employées aux transports des voyageurs entre Aix et Marseille = $\frac{36,500}{20}$ × 50×0.003 =	237 75		
Graissage des wagons pour les 18 kilomètres que les convois de marchandises auront à parcourir de plus, entre Lyon et Marseille = $\frac{213,140}{3}$ ×18×0.0025 = ...	3,197 10		
Graissage des voitures pour les 18 kilomètres que les trains de voyageurs auront à parcourir de plus entre Lyon et Marseille = $\frac{70,000}{20}$ ×18×0.003 = ...	189 00		
FRAIS DE TRACTION.			
On a vu que les frais de traction devront être de 0.0354 par tonne et kilomètre, et de 0.01432 par voyageur et par kilomètre. En appliquant ces prix aux frais supplémentaires de traction on trouve les résultats suivants :			
1° Les 30 kilomètres parcourus moyennement par les marchandises transportées entre Aix et Marseille, reviendront pour chaque tonne, à 1f 06			
Et pour les 30,000 tonnes, à.....	31,800 00		
2° Les 50 kilomètres parcourus par les voyageurs transportés entre Aix et Marseille, augmentés de 24 kilomètres pour l'excédant de hauteur à franchir, ce qui fait un total de 74 kilomètres, reviendront pour chaque voyageur, à..... 1f 06			
Et pour les 36,500 voyageurs, à.....	38,690 00		
3° Les 61 kilomètres qu'auront à parcourir (eu égard à l'excédant de hauteur à franchir) les convois transportés entre Lyon et Marseille, produiront pour chaque tonne de marchandises..... 2f 16			
Et pour les 213,140 tonnes.....	460,382 40		
Pour chaque voyageur..... 0 87			
Et pour les 70,000 voyageurs.....	60,900 00		
	610,812 92		
A ajouter 1/10 pour augmentation des frais de conduite et d'administration des transports, ci	61,081 29		
Augmentation totale des frais d'entretien du matériel et des frais de traction.....	671,894 21	671,894 21	
Total de l'augmentation des frais d'entretien du chemin et du matériel ainsi que des frais de traction, ci.....		780,059 21	
L'on a vu que les dépenses d'établissement du chemin et du matériel, ainsi que les frais d'entretien et d'exploitation de ce chemin, dirigé par Arles et les Martigues, s'élèvent à.....		5,782,790 00	64,077,184 00
La totalité de ces dépenses serait donc, en passant par Aix, de.....		6,562,849 21	73,949,223 00

Pour se trouver, avec le chemin de fer passant par Aix dans la même situation financière qu'avec le chemin dirigé par les Martigues, il faut que le produit du péage couvre les frais annuels d'entretien et d'exploitation du chemin, et donne un intérêt de 8 p. 0/0 des capitaux dépensés à la confection du chemin et à l'établissement du matériel.

Or, l'intérêt à 8 p. 0/0 de 73,949,223 = ... 5,915,937^{f} 84^{c}

Le montant des frais annuels d'entretien et d'exploitation du chemin = ... 6,562,849 21

En conséquence, le produit annuel du péage devra être de.... 12,478,787 05

De manière qu'en représentant ce produit par P, on devra avoir :

$$P = 12{,}478{,}787^{f}\ 05^{c}$$

	TONNAGE DES MARCHANDISES à la remonte.	TONNAGE DES MARCHANDISES à la descente.	NOMBRE des VOYAGEURS dans les deux sens.
Pour déterminer P, il faut considérer que les transports annuels se composent :			
1° Du tonnage des marchandises qui seront transportées de Marseille à Lyon, et qu'on a vu devoir être de....	tonnes. 123,140	tonnes. //	//
2° Du tonnage des marchandises qui seront transportées de Lyon à Marseille, et qu'on a vu devoir être de.....	//	90,000	//
3° Des 30,000 tonnes de marchandises [la plus grande partie seront des lignites] qui seront transportées entre Aix et Marseille sur une longueur de 30 kilomètres en descendant, et équivalant à un tonnage parcourant la ligne entière du chemin = $\frac{30{,}000\times30}{375}$ = ...	//	2,466	//
4° Du transport des voyageurs dont le nombre est entre Lyon et Marseille dans les deux sens, de.....	//	//	70,000
Et entre Aix et Marseille, sur 50 kilomèt. dans les deux sens de 36,500, équivalent à un nombre parcourant la ligne entière du chemin = $\frac{36{,}500}{365}\times50$ = ...	//	//	5,000
TOTAUX des transports.....	123,140	92,466	75,000

L'on a vu que les prix moyens de transport, pour le chemin passant par Arles et les Martigues, seront par kilomètre,

Pour la tonne de marchandise { à la remonte..... 0.14^{f} ; à la descente..... 0.10

Pour un voyageur dans les deux sens..... 0f.075

Si donc l'on suppose que, quels que soient les nouveaux prix moyens de transport pour le chemin passant par Aix et Fuveau, le prix de la descente doit rester inférieur de 0.04 à celui de la remonte, et que le rapport entre le prix de transport d'un voyageur et celui d'une tonne de marchandises montantes soit, comme ci-dessus $= \frac{0.075}{0.14} = 0.5357$;

et si enfin l'on représente le prix moyen du transport par kilomètre d'une tonne de marchandises à la remonte, par = ... x

Le prix de la tonne à la descente, sera..... $x - 0.04$

Et celui pour un voyageur..... $x \times 0.5357$

En conséquence, le produit P du péage sur le chemin passant par Aix, et dont la longueur est de 365 kilomètres, sera égal

à $365 \{123,140 \times x + 92,466 (x - 0.04) + 75,000 \times 0.5357\ x\}$

L'on aura donc pour déterminer la valeur x du prix de transport par kilomètre de la tonne de marchandises, à la remonte, l'équation

$$365\{123,140 \times x + 92,466 (x - 0.04) + 75,000 x\ 0.5357\ x\} = 12,478,787.05$$

Équation d'où l'on tire $x = 0.14812 =$ { prix par tonne de marchandises et par kilomètre à la remonte.

Et conséquemment
- $x - 0.04 = 0.10812 =$ { prix par tonne de marchandises et par kilomètre à la descente.
- $0.5357\ x = 0.07948 =$ { prix pour un voyageur et par kilomètre dans les deux sens.

Si l'on multiplie chacun de ces prix par la longueur totale du chemin de fer passant par Aix et Fuveau qui est, comme on l'a dit, de 365 kilomètres, l'on aura,

	PRIX MOYEN POUR LE PARCOURS DE LA LIGNE ENTIÈRE		
	par une tonne de marchandises		par un voyageur dans les deux sens.
	à la remonte.	à la descente.	
Pour les prix moyens des transports sur le chemin de fer de Lyon à Marseille, passant par Aix.....	54f 06c	39f 46c	29f 01c
Ces prix sont, en passant par Arles et les Martigues, comme on l'a vu au chapitre V.....	48 58	34 70	26 025
Les augmentations des prix de transports seraient donc, en passant par Aix, de.....	5 48	4 76	2 985
	Moyenne : 5f 12c		

Il s'ensuit qu'en faisant passer le chemin de fer par Aix, les prix de transport augmenteraient,

De 11.28 p. 0/0 pour les marchandises transportées de Marseille à Lyon;

De 13.72 p. 0/0 pour les marchandises transportées de Lyon à Marseille.

De 11.47 p. 0/0 pour les voyageurs transportés dans les deux sens.

ERRATA.

Page 138, ligne 25.

Avant $c = 0.406 - d = 0.279 - D = 1,525 - S = 12,50$,
il faut lire $v = 0^{me}.4275 - F = 46485$ kil. $= 4$ atmosphères $1/2$ v $F = 19,873$.

Même page, formule n° 9.

Au lieu de 227.60 qui entre en dénominateur, il faut lire 277.60.

Page 139, formule 12.

Au lieu de $P = \frac{652.30}{1.125\,(0.004 \pm i)}$, il faut lire $P = \frac{670.03}{1.125\,(0.004 \pm i)}$.

Même page, formule 13.

Au lieu de $P\,(0.004 \pm i) = \frac{652.30}{1.125} = 579.82$,

il faut lire $P\,(0.004 \pm i) = \frac{670.03}{1.125} = 595.58$.

Même page, dernière ligne.

Au lieu de 580 kilogrammes, il faut lire 600 kilogrammes.

TABLE DES MATIÈRES.

MÉMOIRE.

Considérations générales sur les voies actuelles de communication entre Lyon et Marseille; objet et division du mémoire..... Page 1

CHAPITRE I. Tracé du chemin de fer sur la rive gauche du Rhône..... 5

——— II. Dimensions et dispositions générales du chemin de fer et des principaux ouvrages d'art..... 36

——— III. Évaluation des dépenses pour l'établissement du chemin..... 48

——— IV. Évaluation des dépenses du matériel et des bâtiments, ainsi que des frais d'administration, d'entretien et d'exploitation du chemin..... 61

——— V. Tarif du péage et évaluation des produits..... 67

——— VI. Comparaison des prix des transports sur les voies existantes et sur le chemin de fer; avantages de cette dernière voie de communication.. 71

——— VII. Tracé du chemin de fer sur la rive droite du Rhône, et comparaison de ce tracé avec celui sur la rive gauche..... 74

——— VIII. Exposé sommaire des divers tracés qui ont été étudiés entre la Durance et Marseille, et comparaison de ces tracés avec celui que l'on propose..... 86

——— IX. Résumé..... 93

TABLEAUX, DOCUMENTS, NOTES ET CALCULS.

N° 1. Tableau des pentes et rampes du chemin de fer..... 97

2. Tableau des alignements et des courbes..... 103

3. Documents statistiques relatifs aux transports qui ont lieu par les voies actuelles de communication entre Lyon et Marseille..... 111

4. Tableau des transports effectués par le Rhône, à la remonte, depuis Marseille jusqu'à Lyon, dans les années 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833.. 118 et 119

5. Tableau des transports effectués par le Rhône, à la descente, depuis Lyon jusqu'à Marseille, dans les années 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833..... 122 et 123

6 et 7. Tableaux des objets soumis au péage sur les ponts de l'Isère et de la Durance dans les années 1830, 1831, 1832, 1833 et 1834..... 126 et 127

N° 8. Calcul relatif à la subdivision du roulage montant et du roulage descendant sur la route royale de Lyon à Marseille..... Page 129

9. Détermination du nombre des wagons et des voitures nécessaires pour l'exploitation du chemin de fer de Lyon à Marseille..... 131

10. Détermination du nombre des machines locomotives nécessaires pour le service des transports..... 133

11. Détermination du prix du graissage des wagons et voitures..... 134

12. Formules relatives aux machines locomotives employées dans les transports sur les chemins de fer..... 135

13. Détermination de la charge que les machines locomotives peuvent traîner sur un chemin de fer, sans glisser..... 140

14. Fixation du poids des convois à transporter sur le chemin de fer de Lyon à Marseille..... 141

15. Détermination de la vitesse moyenne du transport des marchandises et des voyageurs, et de la durée du parcours du chemin..... 144

16. Détermination de la quantité de combustible que consommeront les machines dans les transports sur le chemin de Lyon à Marseille..... 146

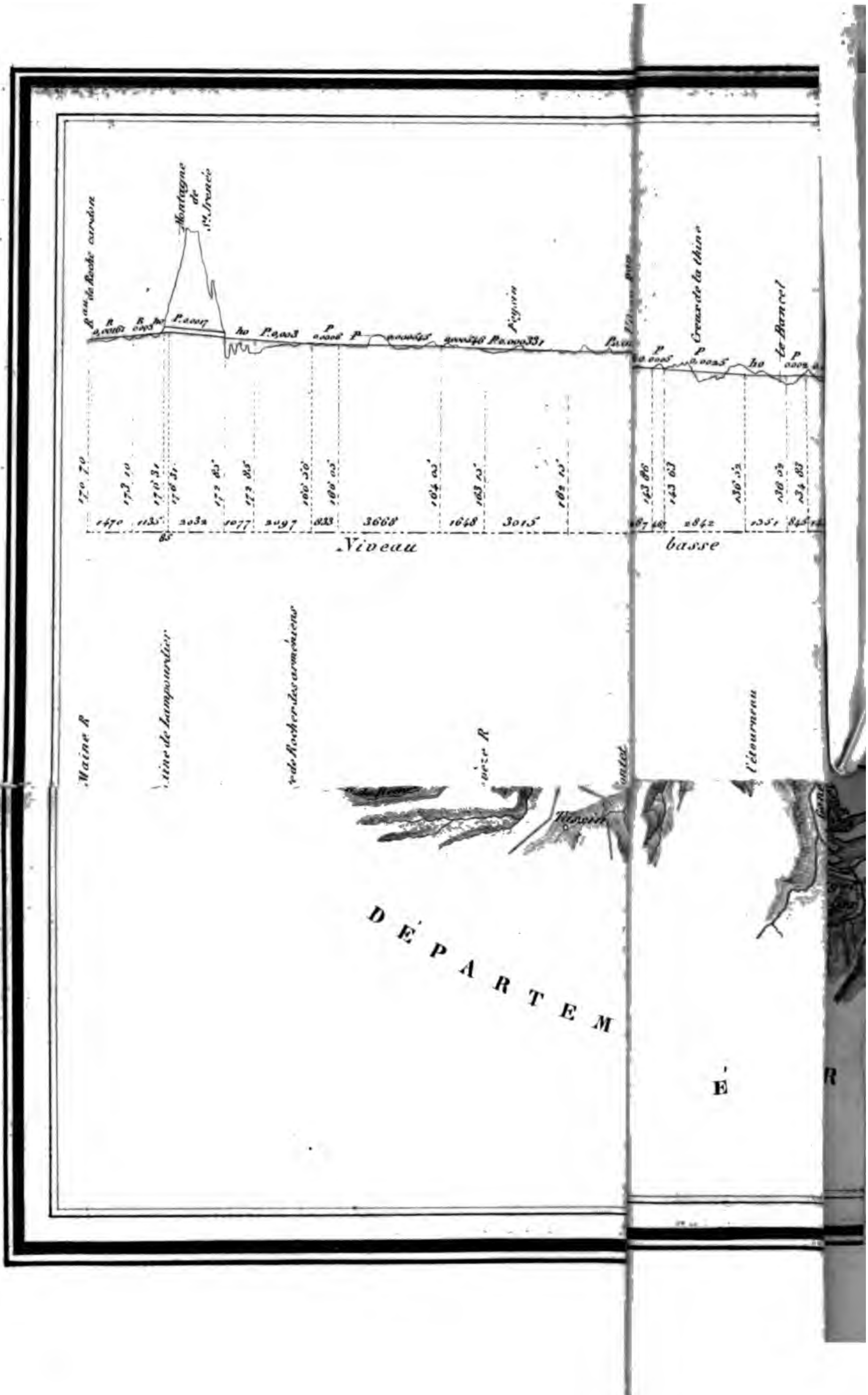
17. Détermination des frais de conduite et d'entretien des machines locomotives; application au chemin de fer de Lyon à Marseille..... 149

18. Détermination du *minimum* à adopter pour les plus fortes rampes d'un chemin de fer dont le tracé est fixé, mais dont les pentes peuvent varier, en mettant en balance d'un côté la dépense de construction du chemin et de l'autre celle du matériel nécessaire à son exploitation, ainsi que les frais de traction; application au chemin de fer de Lyon à Marseille..... 152

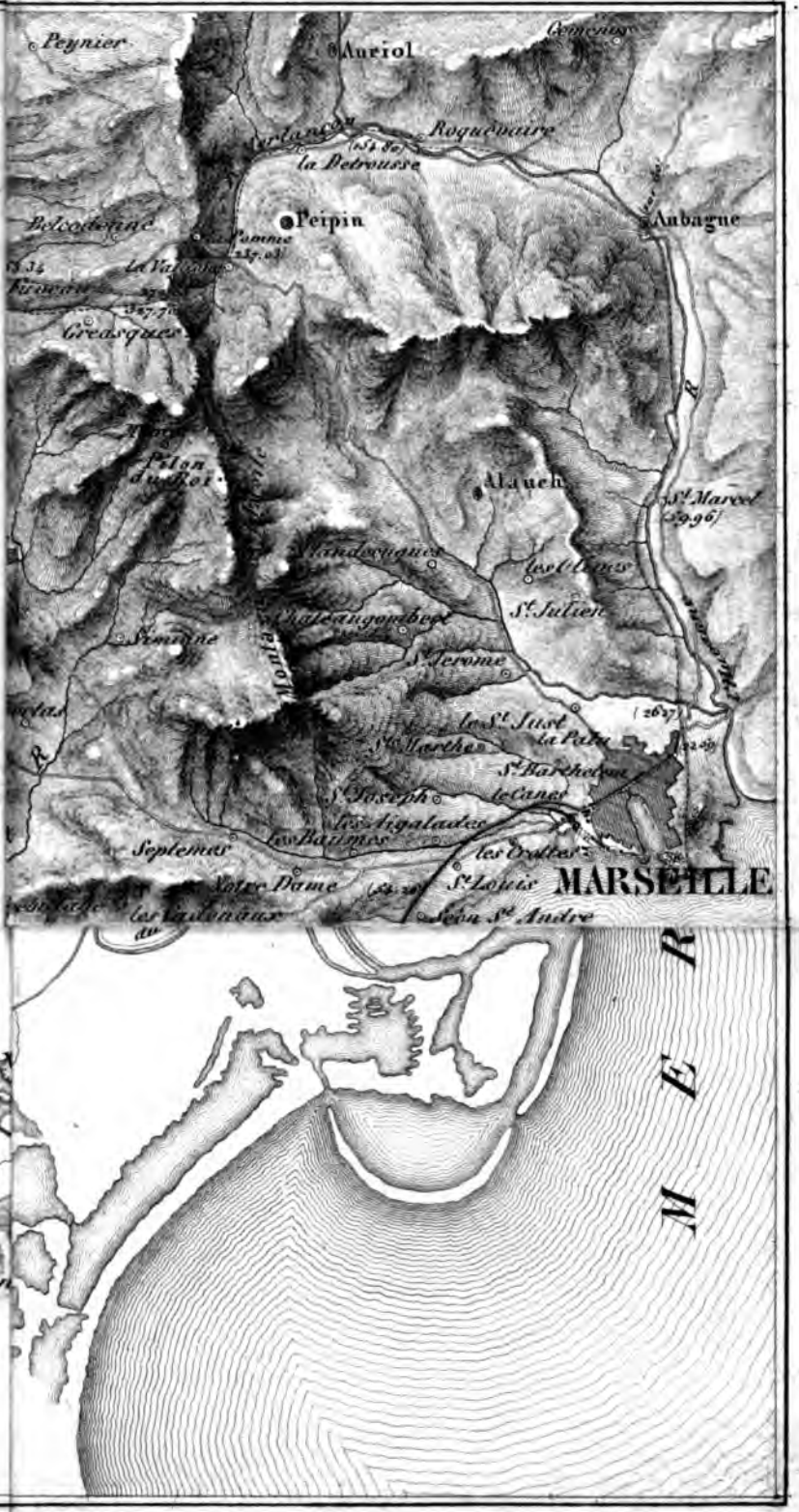
19. Estimation sommaire des dépenses d'établissement du chemin de fer de Lyon à Marseille, en le supposant placé sur la rive droite du Rhône, et comparaison de ces dépenses avec celles du tracé sur la rive gauche..... 157

20. Estimation sommaire de la partie du chemin de fer de Lyon à Marseille, comprise entre la Durance et Marseille, en supposant qu'on passe par Aix, Fuveau et la vallée de l'Heuvaune, et comparaison de la dépense de ce tracé avec celle du tracé proposé..... 161

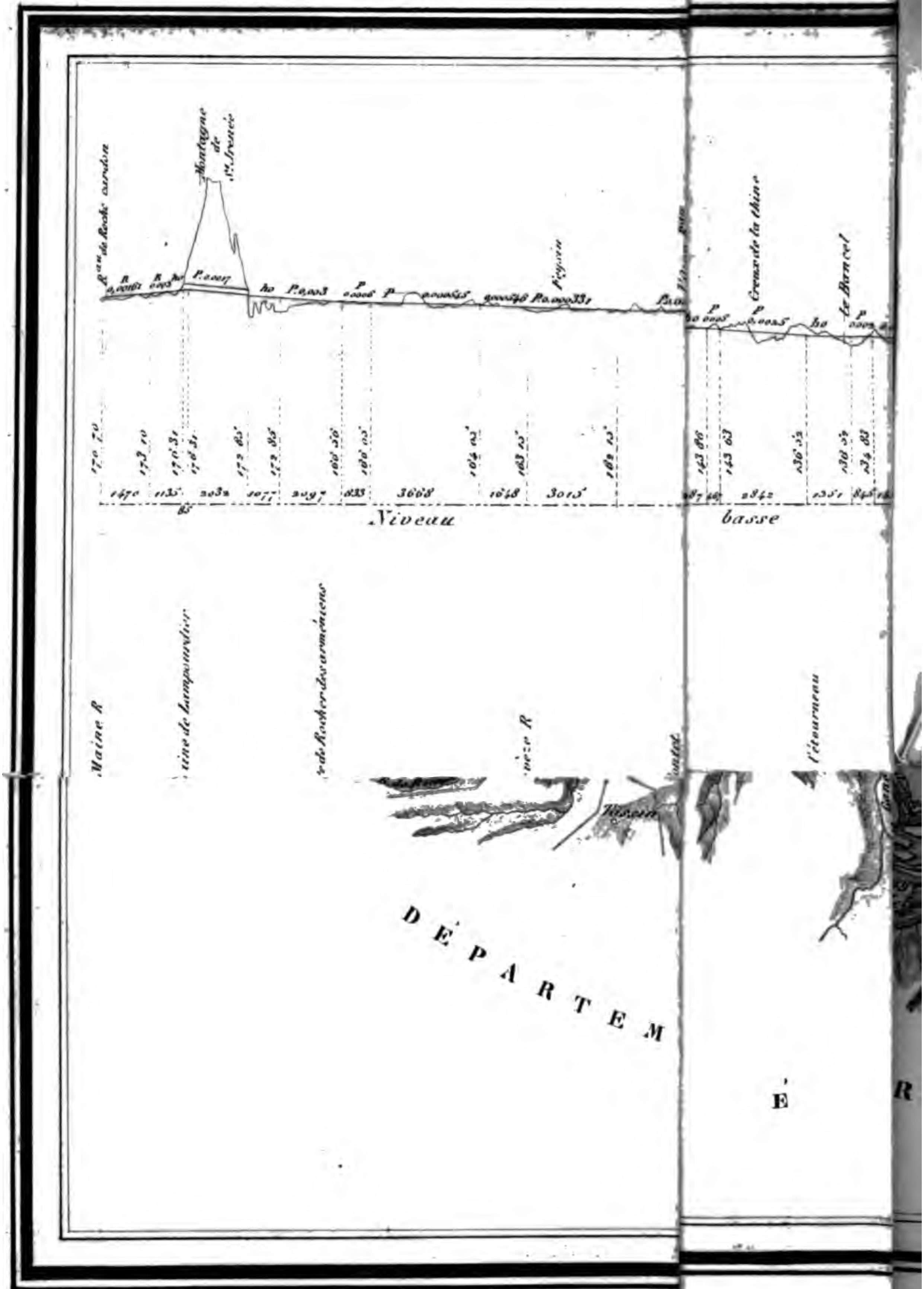
21. Calculs relatifs à la recherche de l'augmentation que subiraient les prix de transport dans l'hypothèse où, le chemin de fer étant dirigé par Aix et Fuveau, le mouvement commercial entre Aix et Marseille produirait une augmentation annuelle de transport de 30,000 tonnes de marchandises et de 36,500 voyageurs..... 164



Montagne de St. Irenée
Creux de la thine
Le Bancel
Niveau
basse
DÉPARTEM
É
R



Gravé par Gratia. Imprimé chez Thierry frères à Paris



Montagne de St. Irenée
Niveau
basse
Maine R
Creux de la chine
Le Barcel
DÉPARTEM
É
R